

# Revista Mexicana de Anestesiología

COLEGIO MEXICANO DE ANESTESIOLOGÍA, A. C. (ANTES SOCIEDAD MEXICANA DE ANESTESIOLOGÍA)

## MENSAJE DEL PRESIDENTE

Fortalecer al Colegio Mexicano de Anestesiología y a la Anestesiología mexicana: nuestro compromiso

*Dr. Andrés de la Rosa-Mendoza*

## EDITORIAL

Fentanilo médico y derecho

*LLM. David J Sánchez-Mejía*

## INVESTIGACIONES ORIGINALES

Ayudas cognitivas en quirófano. Experiencia del Departamento de Anestesia en el Centro Médico ABC

*Dra. María Fernanda Figueroa-Caballero,*

*Dr. Marco Antonio Chávez-Ramírez,*

*Dr. Manuel Gerardo Bermúdez-Ochoa,*

*Dr. Rodrigo Rubio-Martínez*

Escalas TRACK y TRUST como predictoras de riesgo transfusional en cirugía cardiovascular en población mexicana

*Dr. Víctor Manuel Sánchez-Sotelo, Dra. Claudia Elizabeth Velázquez-Sotelo,*

*Dra. Nancy Elena Guzmán-Delgado,*

*Dra. Montserrat Rodríguez-Lacavex, Dra. Belém Díaz-Ortiz,*

*Dra. Adriana Martínez-Salazar*

Evaluación de síntomas de COVID-19 en pacientes hospitalizados a través del cuestionario ESAS-r(es)

*Dra. Evelyn Judith Cruz-Nocelo, Dra. Ivonne Cerón-Paz,*

*Dr. Roberto Ángel Barajas-Victoria, Dr. Hugo Alejandro Trejo-Villanueva,*

*Dr. Víctor Hugo Zúñiga-Carmona, Dra. Dora Emilia Torres-Prado*

## ARTÍCULOS DE REVISIÓN

El estrés oxidativo en el perioperatorio: implicaciones clínicas

*Dr. Pastor Luna-Ortiz, Dr. Santiago Pilar-Báez,*

*Dr. Marco Fabio Lazcano-Vázquez, Dr. Martín Martínez-Rosas*

El oxímetro de pulso: más información de la que pensamos

*Dr. Gastón Daniel Martínez-Sedas*

El papel de la microbiota sobre la percepción del dolor visceral

*Dra. María López-Collada-Estrada,*

*Dra. María Teresa Valenzuela-Antillón,*

*Dr. Alfredo Covarrubias-Gómez*

Neuromonitoreo con electroencefalograma procesado, más que profundidad anestésica

*Dr. César Alejandro Martínez-de los Santos,*

*Dra. Ilse Alejandra Ramírez-Sánchez,*

*Dr. Edwin Orlando Guillén-Ramírez,*

*Dra. Andrea Reyes-Gutiérrez,*

*Dr. Fernando Antonio Escudero-Gutiérrez,*

*Dr. Fernando Cantú-Flores*

## CASOS CLÍNICOS

Anestesia del tronco encefálico posterior a bloqueo retrobulbar en cirugía oftalmológica. Reporte de caso

*Dra. Alejandra Huerta-López*

Bloqueo interescalénico en desarticulación de miembro torácico derecho por liposarcoma pleomórfico, para prevención de dolor de miembro fantasma. Reporte de caso

*Dr. Jaime Alberto Ramírez-Villagómez,*

*Dr. Jesús Navarrete-Guzmán,*

*Dr. Javier Rafael González-González*

## CARTA AL EDITOR

Stents traqueales: un obstáculo para la intubación

*Dr. Adrián García-Romar, Dra. Sonia González-Bardanca,*

*Dr. Daniel Gullías-Soidán*

ENERO - MARZO

VOLUMEN 47, NÚMERO 1, 2024



Indizada y compilada en: Google Académico.  
Versión completa en Medigraphic, Literatura Biomédica: [www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)

Revistacma   @RevistaCma



## Cuerpo Editorial

### Editor Fundador

Dr. Benjamín Bandera<sup>†</sup>

### Director Honorario Vitalicio

Dr. Vicente García Olivera<sup>†</sup>

### Director Médico Editorial

Acad. Dr. Raúl Carrillo Esper

### Co-Editores

M.C. Dr. Antonio Castellanos Olivares  
Dr. Jorge Arturo Nava López

### Consejo Editorial

Dra. Estela Melman Sztajn<sup>†</sup>  
Dr. Ramón De Lille Fuentes  
Dr. Roberto Lozano Noriega  
Dr. Pastor Luna Ortiz  
Dra. Elvira Galindo Miranda  
Dr. Ricardo Plancarte Sánchez  
Dr. F. Javier Molina Méndez  
Dr. Luis Igartúa García  
Dr. Jorge G. Silva Hernández  
Dr. Uriah Guevara López  
Dra. Diana Moyao García  
Dr. Guillermo Castorena Arellano  
Dr. Sergio Ayala Sandoval<sup>†</sup>  
Dr. Carlos Moreno Alatorre<sup>†</sup>  
Dr. Jaime Rivera Flores  
Dr. Heberto Muñoz Cuevas  
Dr. J. Antonio Castelazo Arredondo  
Dr. Arturo Silva Jiménez  
Dr. Antonio Castellanos Olivares  
Dr. Jaime Vázquez Torres  
Dra. Gloria Álvarez Bobadilla  
Dr. Jorge Arturo Nava López

### Árbitros Externos Nacionales

Dr. Manuel A. Díaz de León Ponce  
(Academia Nacional de Medicina de México)  
Dr. Gilberto Vázquez de Anda  
(Academia de Ciencias)  
Acad. Dr. Uria Guevara López  
(Academia Nacional de Medicina de México)

### Árbitros Externos Internacionales

Jeanna Blitz, M.D. (USA)  
Dra. Ana Laura Schwartzmann Bruno (Uruguay)  
Idoris Cordero Escobar, M.D. (Cuba)  
Dra. Carolina Haylock Loo (Honduras)  
Dr. Miguel Bautista Miceli (Argentina)  
Dr. Carlos de la Paz Estrada (Cuba)

### Revisores

Dr. Francisco J. López Muñoz  
(CINVESTAV, IPN)

Dr. Orlando Tamariz Cruz  
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas  
y Nutrición «Salvador Zubirán»)

Dr. Gabriel Mancera Elías  
(Instituto Nacional de Pediatría)

Dra. Hortensia Ayón Villanueva  
(Cuidados paliativos)

Dr. Manuel Méndez Beltrán  
(Fundación Clínica Médica Sur)

Dr. Alfredo Covarrubias Gómez  
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas  
y Nutrición «Salvador Zubirán»)

Dr. J. Emilio Mille Loera  
(Instituto Nacional de Cancerología)

Dr. José de Jesús Jaramillo Magaña  
(Instituto Nacional de  
Neurología y Neurocirugía)

Dr. Heberto Muñoz Cuevas  
(Expresidente. Colegio Mexicano  
de Anestesiología, A.C.)

Dr. Arturo Silva Jiménez  
(Expresidente. Colegio Mexicano  
de Anestesiología, A.C.)

Dr. Juan Carlos Ramírez Mora  
(Centro Médico Nacional «20 de Noviembre»)

Dr. Andrés de la Rosa Mendoza  
(Presidente, Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C.)

Dr. J. Antonio Castelazo Arredondo  
(Hospital Juárez de México)

Dr. Jorge A. Guajardo Rosas  
(Instituto Nacional de Cancerología)

Dr. Gabriel E. Mejía Terrazas  
(Instituto Nacional de Rehabilitación LGII)

Dr. Jorge García Andreu  
(Hospital Ángeles Querétaro)

Dra. Ma. Elena Rendón Arroyo  
(Centro Médico Nacional Siglo XXI)

Dra. Salomé Alejandra Oriol López  
(Hospital Juárez de México)

Acad. Dr. Eduardo H. Ramírez Segura  
(Academia Mexicana de Cirugía)

Dr. Sergio Tenopala Villegas  
(Centro Médico Nacional «20 de Noviembre»)

Dra. Clara Elena Hernández Bernal  
(Hospital Juárez de México)

Dr. José Manuel Portela Ortiz  
(Hospital Ángeles Pedregal)

Dr. Antonio Castellanos Olivares  
(Centro Médico Nacional Siglo XXI)

Dr. José Alfonso Ramírez Guerrero  
(Fundación Clínica Médica Sur)

Dra. Cecilia U. Mendoza Popoca  
(Centro Médico ABC)

Dr. Mario Suárez Morales  
(Centro Médico ABC)

Dr. Jorge Arturo Nava López  
(Hospital San José, Celaya, Gto.)

Dr. Miguel Ángel García Lara  
(Instituto Nacional de Rehabilitación LGII)

Dr. Janeth Rojas Peñaloza  
(Hospital de Especialidades Centro Médico  
Nacional Siglo XXI, IMSS-UNAM)

Dr. Jesús Miguel Zapien Madrigal  
(UMAE Hospital de Ginecología y Obstetricia  
«Luis Castelazo Ayala», IMSS)

Dr. Jaime Vázquez Torres  
(Expresidente, Colegio Mexicano  
de Anestesiología, A.C.)

Dra. Ana Lilia Garduño López  
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas  
y Nutrición «Salvador Zubirán»)

Dra. María Areli Osorio Santiago  
(Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía)

Dr. Orlando Carrillo Torres  
(Hospital General de México)

Dra. Elsa Carolina Laredo Sánchez  
(Instituto Nacional de Rehabilitación LGII)

Acad. Dr. Rolando Neri Vela  
(Academia Nacional de Medicina de México)

Dr. Adrián Vázquez Lesso  
(Sociedad Científica Internacional  
EMIVA, SCI-EMIVA)

Dra. Janai Santiago López  
(Hospital de Cardiología, CMN Siglo XXI)

Dr. Enrique Monares Zepeda  
(Hospital General de México)

Dr. Luis Felipe Cuellar Guzmán  
(Instituto Nacional de Cancerología)

Dr. Rafael Paulino Leal Villalpando  
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas  
y Nutrición «Salvador Zubirán»)

Dr. Víctor Manuel Acosta Nava  
(Instituto Nacional de Ciencias Médicas  
y Nutrición «Salvador Zubirán»)

## Consejo Directivo 2023-2025

### Presidente

Dr. Andrés de la Rosa Mendoza

### Vicepresidente

Dra. Laura Silva Blas

### Primer Secretario Propietario

Dra. Rosalina Martínez Arellano

### Primer Secretario Suplente

Dra. Rosa Alicia Cortés Delgado

### Tesorero Propietario

Dra. Ana Lilia Garduño López

### Tesorero Suplente

Dr. José Emilio Mille Loera

### CONSEJO CONSULTIVO

Dra. Gloria María Álvarez Bobadilla

Dr. Jaime Vázquez Torres

Dr. Antonio Castellanos Olivares

Dr. Juan Heberto Muñoz Cuevas

### Coordinador Consejo Consultivo

Dr. Jorge Arturo Nava López

### CONCILIO DE CAPÍTULOS

### Segundo Secretario Propietario

Dr. Arnulfo Calixto Flores

### Segundo Secretario Suplente

Dra. Ofelia Ham Mancilla

### COMITÉS REGULADORES

#### Comité de Membresías

Dr. Carlos Villegas Castruita

Dra. Erika León Álvarez

#### Comité de Finanzas

Dr. Andrés de la Rosa Mendoza

Dr. Antonio Castellanos Olivares

Dra. Ana Lilia Garduño López

Dr. José Emilio Mille Loera

Dra. Rosalina Martínez Arellano

#### Comité Científico

Dr. Pastor de Jesús Luna Ortiz

Acad. Dr. Raúl Carrillo Esper

Acad. Dr. Eduardo Homero Ramírez Segura

Dra. Ana Lilia Garduño López

Dr. Juan Heberto Muñoz Cuevas

Dr. Jorge Romero Borja

Dr. José Manuel Portela Ortiz

Dr. José Emilio Mille Loera

Dra. Margarita Eugenia Araujo Navarrete

Dr. Ramón Tomás Martínez Segura

Dr. Gabriel Mancera Elías

Dr. José de Jesús Jaramillo Magaña

Dra. Delia Borunda Nava

Dr. Orlando Carrillo Torres

Dr. Rafael Paulino Leal Villalpando

### Comité de Investigación

Dr. Orlando Carrillo Torres

Dr. Juan Francisco López Burgos

Dra. Mirna Magali Delgado Carlo

Dra. Yolanda Baeza Arias

### Comité de Reglamentos

Dra. Diana Moyao García

Dr. Jorge Gerardo Silva Hernández

Dr. Arturo Silva Jiménez

### Comité de Educación Médica Continua

Dra. Arely Seir Torres Maldonado

Dr. José Gamaliel Velazco González

Dr. Arnulfo Calixto Flores

Dra. Araceli Gutiérrez García

### Comité de Información Pública

Dra. Leslie Janet Mejía Gómez

Dra. Alma Dolores Arenas Venegas

### Comité de Honor y Justicia

Dr. José Manuel Portela Ortiz

Dr. Mario Suárez Morales

Dra. Cecilia Úrsula Mendoza Popoca

### Comité Editorial

Dr. Antonio Castellanos Olivares

Acad. Dr. Raúl Carrillo Esper

### COMITÉS ESPECIALES

#### Comité de Ética

Dra. Margarita Eugenia Araujo Navarrete

Dra. Rosa Alicia Cortés Delgado

#### Comité de Honorarios

Dr. José Jesús Alarcón Rodríguez

Dr. Adolfo García Barrios

#### Comité Dictaminador

Dr. Juan José Mario Zaragoza Saavedra

Dr. Héctor Armando Martínez Rodríguez

Dr. David Ángel Pablo García Arreola

Dr. Juan Manuel Rodríguez Zepeda

#### Comité de Servicio Social

Dr. Jesús Miguel Zapién Madrigal

Dra. Ofelia Ham Mancilla

Dra. Rocío Areli Rojas Jaime

## **MENSAJE DEL PRESIDENTE**

- Fortalecer al Colegio Mexicano de Anestesiología y a la Anestesiología mexicana: nuestro compromiso 5  
Dr. Andrés de la Rosa-Mendoza

## **EDITORIAL**

- Fentanilo médico y derecho 7  
LLM. David J Sánchez-Mejía

## **INVESTIGACIONES ORIGINALES**

- Ayudas cognitivas en quirófano. Experiencia del Departamento de Anestesia en el Centro Médico ABC 9  
Dra. María Fernanda Figueroa-Caballero, Dr. Marco Antonio Chávez-Ramírez,  
Dr. Manuel Gerardo Bermúdez-Ochoa, Dr. Rodrigo Rubio-Martínez
- Escalas TRACK y TRUST como predictoras de riesgo transfusional  
en cirugía cardiovascular en población mexicana 13  
Dr. Víctor Manuel Sánchez-Sotelo, Dra. Claudia Elizabeth Velázquez-Sotelo,  
Dra. Nancy Elena Guzmán-Delgado, Dra. Montserrat Rodríguez-Lacavex,  
Dra. Belém Díaz-Ortiz, Dra. Adriana Martínez-Salazar
- Evaluación de síntomas de COVID-19 en pacientes hospitalizados a través del cuestionario ESAS-r(es) 17  
Dra. Evelyn Judith Cruz-Nocelo, Dra. Ivonne Cerón-Paz,  
Dr. Roberto Ángel Barajas-Victoria, Dr. Hugo Alejandro Trejo-Villanueva,  
Dr. Víctor Hugo Zúñiga-Carmona, Dra. Dora Emilia Torres-Prado

## **ARTÍCULOS DE REVISIÓN**

- El estrés oxidativo en el perioperatorio: implicaciones clínicas 23  
Dr. Pastor Luna-Ortiz, Dr. Santiago Pilar-Báez,  
Dr. Marco Fabio Lazcano-Vázquez, Dr. Martín Martínez-Rosas
- El oxímetro de pulso: más información de la que pensamos 30  
Dr. Gastón Daniel Martínez-Sedas
- El papel de la microbiota sobre la percepción del dolor visceral 35  
Dra. María López-Collada-Estrada, Dra. María Teresa Valenzuela-Antillón,  
Dr. Alfredo Covarrubias-Gómez
- Neuromonitoreo con electroencefalograma procesado, más que profundidad anestésica 39  
Dr. César Alejandro Martínez-de los Santos,  
Dra. Ilse Alejandra Ramírez-Sánchez, Dr. Edwin Orlando Guillén-Ramírez,  
Dra. Andrea Reyes-Gutiérrez, Dr. Fernando Antonio Escudero-Gutiérrez,  
Dr. Fernando Cantú-Flores

## **CASOS CLÍNICOS**

- Anestesia del tronco encefálico posterior a bloqueo retrobulbar en cirugía oftalmológica. Reporte de caso 46  
Dra. Alejandra Huerta-López
- Bloqueo interescalénico en desarticulación de miembro torácico derecho por liposarcoma pleomórfico,  
para prevención de dolor de miembro fantasma. Reporte de caso 52  
Dr. Jaime Alberto Ramírez-Villagómez,  
Dr. Jesús Navarrete-Guzmán, Dr. Javier Rafael González-González

## **CARTA AL EDITOR**

- Stents traqueales: un obstáculo para la intubación 57  
Dr. Adrián García-Romar, Dra. Sonia González-Bardanca,  
Dr. Daniel Gulías-Soidán

## MESSAGE FROM THE PRESIDENT

- Strengthening the Mexican College of Anaesthesiology and Mexican Anaesthesiology: our commitment 5  
Andrés de la Rosa-Mendoza, M.D.

## EDITORIAL

- Medical fentanyl and law 7  
LLM. David J Sánchez-Mejía

## ORIGINAL RESEARCH

- Cognitive aids in the operating room. Experience of the Anesthesia Department at ABC Medical Center 9  
María Fernanda Figueroa-Caballero, M.D., Marco Antonio Chávez-Ramírez, M.D.,  
Manuel Gerardo Bermúdez-Ochoa, M.D., Rodrigo Rubio-Martínez, M.D.
- TRUCK and TRUST scales as transfusional risk predictors in cardiovascular surgery in Mexican population 13  
Víctor Manuel Sánchez-Sotelo, M.D., Claudia Elizabeth Velázquez-Sotelo, M.D.,  
Nancy Elena Guzmán-Delgado, M.D., Montserrat Rodríguez-Lacavex, M.D.,  
Belém Díaz-Ortiz, M.D., Adriana Martínez-Salazar, M.D.
- Assessment of COVID-19 symptoms in hospitalized patients through the ESAS-r(es) questionnaire 17  
Evelyn Judith Cruz-Nocelo, M.D., Ivonne Cerón-Paz, M.D.,  
Roberto Ángel Barajas-Victoria, M.D., Hugo Alejandro Trejo-Villanueva, M.D.,  
Víctor Hugo Zúñiga-Carmona, M.D., Dora Emilia Torres-Prado, M.D.

## REVIEW

- Oxidative stress in the perioperative period: clinical implications 23  
Pastor Luna-Ortiz, M.D., Santiago Pilar-Báez, M.D.,  
Marco Fabio Lazcano Vázquez, M.D., Martín Martínez-Rosas, M.D.
- The pulse oximeter: more information than we think 30  
Gastón Daniel Martínez-Sedas, M.D.
- The gut microbiota and its role on visceral pain 35  
María López-Collada-Estrada, M.D., María Teresa Valenzuela-Antillón, M.D.,  
Alfredo Covarrubias-Gómez
- Neuromonitoring with processed electroencephalogram, more than anesthetic depth 39  
César Alejandro Martínez-de los Santos, M.D.,  
Ilse Alejandra Ramírez-Sánchez, M.D., Edwin Orlando Guillén-Ramírez, M.D.,  
Andrea Reyes-Gutiérrez, M.D., Fernando Antonio Escudero-Gutiérrez, M.D.,  
Fernando Cantú-Flores, M.D.

## CLINICAL CASES

- Brainstem anesthesia after retrobulbar block in ophthalmic surgery. Case report 46  
Alejandra Huerta-López, M.D.
- Interscalene block in right thoracic limb disarticulation due to pleomorphic liposarcoma, for the prevention of phantom limb pain. Case report 52  
Jaime Alberto Ramírez-Villagómez, M.D.,  
Jesús Navarrete-Guzmán, M.D., Javier Rafael González-González, M.D.

## LETTER TO THE EDITOR

- Airway stents: obstacle for intubation 57  
Adrián García-Romar, M.D., Sonia González-Bardanca, M.D.,  
Daniel Gulías-Soidán, M.D.

\* Presidente del Colegio  
Mexicano de Anestesiología.

Correspondencia:

Dr. Andrés de la Rosa-Mendoza

E-mail: presidencia@comexane.com

# Fortalecer al Colegio Mexicano de Anestesiología y a la Anestesiología mexicana: nuestro compromiso

*Strengthening the Mexican College of Anaesthesiology and Mexican Anaesthesiology: our commitment*

Dr. Andrés de la Rosa-Mendoza\*

**Citar como:** De la Rosa-Mendoza A. Fortalecer al Colegio Mexicano de Anestesiología y a la Anestesiología mexicana: nuestro compromiso. Rev Mex Anesthesiol. 2024; 47 (1): 5-6. <https://dx.doi.org/10.35366/114088>

**E**stimados Colegiados, Asociados y Miembros Residentes del Colegio Mexicano de Anestesiología (COMEXANE), es un honor para mí dirigirme a ustedes y a los lectores de esta nuestra Revista Mexicana de Anestesiología. El pasado 30 de agosto de 2023, este consejo directivo que dignamente represento, tomó protesta al cuerpo directivo que conforma el bienio 2023-2025; el compromiso asumido de mantener la actualización y la calidad de la Academia es, en este tiempo de desafíos y cambios, un reto que sólo se puede lograr: primero, siendo influyentes en la transmisión de conocimientos a través de los distintos medios que COMEXANE organiza para sus miembros a través de los diferentes cursos y sesiones académicas mensuales; sin embargo cobra especial interés el Curso Anual de Actualización en Anestesiología y Medicina Perioperatoria que en este 2024 cumple su edición número 50. Segundo, siendo incluyentes con nuestros colegiados, para la culminación de sus proyectos y la participación de sus ponencias en los espacios que COMEXANE brinda para estos fines. Tercero, la transparencia como obligación, con la finalidad de proteger, cuidar y mantener un patrimonio sólido a través de las finanzas sanas; por tal motivo, es imperativo mantenernos conectados como una comunidad unida con un solo objetivo gremial, el fortalecer la especialidad de Anestesiología y sus distintos capítulos de especialidades para toda la comunidad de Anestesiólogos en el país. Es por esto que las líneas antes mencionadas dan fundamento y motivación al lema que orgullosamente en este bienio 2023-2024 ostentará el cuerpo directivo de COMEXANE, el cual presento a nuestros amables lectores: «Somos una academia influyente, incluyente y transparente».

En este mensaje expreso mi profundo agradecimiento, a cada integrante activo de nuestro colegio por el interés de pertenecer a nuestro gremio; por su dedicación incansable

realizada en la asistencia de sus pacientes; también, a todos los colegiados que brindan su tiempo a la enseñanza y son guía fundamental de sus residentes en las distintas especialidades; pero, sobre todo a la constante investigación y cuyos resultados son la materia prima para ser publicados en esta Revista Mexicana de Anestesiología. Por tal motivo, el compromiso con la excelencia en la práctica de la anestesiología es fundamental. Este cuerpo directivo reconoce el entorno médico y la constante evolución de la Anestesiología en nuestro medio, por lo que es esencial que COMEXANE actualice y transmita nuevos conocimientos, nuevas formas de enseñanza, como los escenarios clínicos de simulación y el uso de la inteligencia artificial como herramienta de aprendizaje; además de compartir las mejores prácticas clínicas y el fomento de un ambiente de aprendizaje continuo.

Para cumplir con los compromisos creados, la comunicación efectiva es clave en nuestro bienio, fortaleciendo nuestros canales de comunicación para mantenerlos informados sobre las últimas novedades en la anestesiología, así como para facilitar el intercambio de ideas y experiencias entre nuestros colegiados.

Estamos conscientes de los desafíos que enfrenta la Anestesiología en el país; siendo de especial interés personal los últimos acontecimientos en que anestesiólogos en el país han sido señalados por el orden jurídico y expuestos a la sociedad con serios cargos de responsabilidad médico-legal, sufridos tanto por especialistas como por residentes. Como gremio, hemos sostenido pláticas con otros colegios y en especial con la Federación Mexicana de Colegios de Anestesiología A.C., con la finalidad de abogar por condiciones jurídicas y laborales justas; así como proteger la seguridad de nuestros agremiados con la promoción de políticas que respalden la calidad y seguridad en la atención



de la anestesiología sobre la asistencia de sus pacientes. Por lo cual, como agremiado a nuestro colegio, te hacemos una cordial invitación, para cumplir y estar al día con las obligaciones establecidas, para obtener los beneficios de pertenecer a nuestra organización.

En este compromiso colectivo confío que, al pertenecer como integrantes del Colegio Mexicano de Anestesiología

A.C., continuaremos demostrando nuestra dedicación a la excelencia Académica, contribuyendo al avance en todas las vertientes de nuestra especialidad y las distintas especialidades; convencido que juntos, construiremos un futuro sólido para la anestesiología en México.

Agradezco su confianza y colaboración.





## Fentanilo médico y derecho

### *Medical fentanyl and law*

LLM. David J Sánchez-Mejía\*

**Citar como:** Sánchez-Mejía DJ. Fentanilo médico y derecho. Rev Mex Anestesiología. 2024; 47 (1): 7-8. <https://dx.doi.org/10.35366/114089>

\* *Health Law LL.M.*, Profesor de Derecho en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Socio de consultoría Cossío & Sánchez, S.C.

#### *Correspondencia:*

**LLM. David J Sánchez-Mejía**

**E-mail:** dsmejia@ccys.mx

**E**l tráfico ilegal de opioides, en particular de fentanilo, se ha convertido en uno de los temas prioritarios de la agenda bilateral entre los Estados Unidos de América y México. Esta priorización fue lo que quizá llevó al presidente de nuestro país, Andrés Manuel López Obrador, a pronunciarse en favor de una prohibición absoluta del uso de fentanilo en marzo de 2023.

Los efectos de la declaración presidencial en el ámbito médico, en particular de la anestesiología, son por todos conocidos: desabasto, incertidumbre e incluso que muchas y muchos anestesiólogos asumieran ciertos riesgos por temor a no contar con los insumos necesarios para desarrollar libremente su especialidad.

Por ello, es preciso analizar esta declaración de manera pormenorizada. Desde el plano conceptual se presentaron dos imprecisiones en el abordaje del tema. La primera, respecto al uso genérico del término «fentanilo» pues en ello se incluyó tanto al fentanilo que se produce, transporta, comercia y consume de manera ilegal y aquel que se encuentra debidamente regulado por el Estado y que tiene un uso de carácter médico. La segunda, derivada de la anterior, llevó a que se planteara que la causa del problema del abuso en el uso de fentanilo era aquel que se emplea para fines médicos y, por tanto, se constituiría una comisión científica que analizaría la posibilidad de sustituirlo.

La crisis del abuso de los opioides en los Estados Unidos tiene un origen complejo como Sam Quinones y otros periodistas han documentado a lo largo de los últimos años. No obstante, si bien diversos actores del campo de la salud son responsables, en poco se vincula con el uso del fentanilo dentro de una sala de operaciones como se sugirió en una conferencia matutina.

Sin embargo, se generó una amplia cobertura mediática que dio por cierta la prohibición del fentanilo de uso médico aun cuando ésta no se materializó jurídicamente. Ello hace

necesario dilucidar si a partir del pronunciamiento presidencial se generaron consecuencias de derecho.

Hasta el momento sólo se pueden identificar dos. La primera es la creación de una Comisión Presidencial, integrada principalmente por las Fuerzas Armadas y órganos de seguridad pública, la cual se encargaría de la coordinación nacional para combatir el tráfico ilícito de drogas sintéticas, y armas de fuego y sus municiones<sup>(1)</sup>. El Decreto se concentra en exponer los riesgos que conlleva el fentanilo no médico y en la integración de este nuevo órgano se deja a un lado a órganos de salud que debieran de participar en dicho órgano, como el Consejo de Salubridad General o la Comisión Nacional de Salud Mental y Adicciones.

La segunda, un conjunto de reformas y adiciones a la Ley Federal para el Control de Precursores Químicos, Productos Químicos Esenciales y Máquinas para Elaborar Cápsulas, Tabletas y/o Comprimidos<sup>(2)</sup>. Entre los cambios destacables se encuentran nuevas facultades de vigilancia en favor de la Secretaría de Salud y la Cofepris; el endurecimiento de las obligaciones a cargo de quienes de manera lícita emplean dichas sustancias, así como modificaciones a los delitos y las penas. No obstante, estas modificaciones se enfocaron en el combate de drogas ilícitas y utilizadas con fines no médicos.

Las consecuencias jurídicas de las declaraciones presidenciales se han circunscrito al fentanilo ilegal y no —como lo afirmó— al uso del fentanilo médico. Inclusive, hasta el momento no se tiene información acerca de una prohibición absoluta en el uso de fentanilo con fines medicinales ni de si la comisión científica que se constituiría efectivamente ha operado o dado algún resultado sobre la propuesta presidencial de encontrar algún analgésico sustituto.

Sin embargo, el caso del médico anestesiólogo detenido en Baja California Sur por posesión de fentanilo para uso médico

es un ejemplo del impacto que puede tener una declaración en la percepción e influencia en la toma de decisiones individuales, aunque ésta no se materialice jurídicamente. Lejos de discutir los hechos del caso, los avances en la investigación o el desarrollo de los procesos judiciales que se siguen, el caso debe ser visto como un área de oportunidad.

Existe una creciente necesidad individual de que las y los especialistas en anestesiología sepan cómo acercarse al Derecho de manera directa cuando surgen declaraciones o información de este tipo. El acercamiento interdisciplinario facilitará el conocimiento pleno del marco normativo que les es aplicable y los cambios en éste.

Asimismo, de manera colectiva es indispensable que se comprendan los canales institucionales con los que cuenta el gremio para incidir en el desarrollo de normas actualizadas y pertinentes que atiendan de manera eficaz las dinámicas específicas del ejercicio de la especialidad, como pueden ser la Normas Oficiales Mexicanas.

Por ello, es de celebrarse que el Colegio Mexicano de Anestesiología realice sesiones académicas, como la efectuada en octubre de 2023, en las que se analicen temas jurídicos con un enfoque práctico. El acercamiento interdisciplinario permitirá a las y los profesionales de la anestesiología el practicar de manera segura para sus pacientes y ellos mismos.

## REFERENCIAS

1. Diario Oficial de la Federación, 12 de abril de 2023.
2. Diario Oficial de la Federación, 03 de mayo de 2023.



# Ayudas cognitivas en quirófano. Experiencia del Departamento de Anestesia en el Centro Médico ABC

*Cognitive aids in the operating room. Experience of the  
Anesthesia Department at ABC Medical Center*

Dra. María Fernanda Figueroa-Caballero,\* Dr. Marco Antonio Chávez-Ramírez,†  
Dr. Manuel Gerardo Bermúdez-Ochoa,§ Dr. Rodrigo Rubio-Martínez¶

**Citar como:** Figueroa-Caballero MF, Chávez-Ramírez MA, Bermúdez-Ochoa MG, Rubio-Martínez R. Ayudas cognitivas en quirófano. Experiencia del Departamento de Anestesia en el Centro Médico ABC. Rev Mex Anestesiología. 2024; 47 (1): 9-12. <https://dx.doi.org/10.35366/114090>

**RESUMEN.** Los manuales de emergencia desarrollados a partir de las ayudas cognitivas son componente esencial dentro de la sala de operaciones para el manejo oportuno de crisis, con la ventaja de disminuir los errores por omisión. El propósito de esta redacción fue retomar la experiencia mundial actualizada con los mismos y compararla con la del Centro Médico ABC. El proceso de recolección de datos se hizo mediante una encuesta a través de *Google Forms*; los datos obtenidos de la encuesta se convirtieron en porcentajes y se usaron para resumir las variables categóricas. Los resultados mostraron que la mayoría de los médicos tenían conocimiento de esta herramienta en quirófano y más de la mitad en efecto lo utilizaron en situaciones críticas. Las situaciones más descritas fueron: broncoespasmo, choque anafiláctico y sospecha de hipertermia maligna.

**ABSTRACT.** The emergency manuals based on cognitive aids are an essential component within the operating room for timely crisis management, with the advantage of reducing errors due to omission. The purpose of this writing was to resume the current world experience with them and compare it with the ABC Medical Center. The data obtained from the survey were converted into percentages and used to summarize the categorical variables. The results showed that most doctors were aware of this tool in the operating room and more than a half actually used it in critical situations. The most described situations were: bronchospasm, anaphylactic shock and suspicion of malignant hyperthermia.

## INTRODUCCIÓN

Ayuda cognitiva (AC) es un término académico que abarca todos los recursos que ayudan a recordar o aplicar los conocimientos relevantes de manera sistematizada y ordenada.

En este caso se plasman en un manual de emergencias (EM) que contiene conjuntos de AC relevantes para un contexto clínico específico. Los quirófanos y otros entornos de atención a emergencias ahora tienen muchas «listas de verificación», incluida la útil y generalizada lista de verificación de seguridad quirúrgica de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Varias publicaciones han demostrado la ventaja clínica de los EM y otras ayudas cognitivas en el ámbito, documentados por expertos en el área, enfatizando el reconocimiento del

trabajo en equipo; es por eso que durante la distribución de los roles, se toma en cuenta el papel del lector, quien ayuda a los proveedores citando las AC, especialmente durante eventos complicados como un paro cardíaco por actividad eléctrica sin pulso (PEA, por sus siglas en inglés), hipertermia maligna y anafilaxia, por citar algunos ejemplos<sup>(1)</sup>.

En 2004, el doctor Larry Chu hizo realidad la idea de adaptar ayudas cognitivas a un formato más llamativo, ideando un libro con aprendizaje visual. Este se convirtió en el Manual de Anestesiología Clínica, publicado el año 2011. El cual sirvió de referencia para crear el actual manual, surgiendo el Grupo Stanford de Ayudas Cognitivas en Anestesia.

Desde la publicación del Manual de emergencias (Ayudas cognitivas para crisis perioperatorias de Stanford) en el 2012

### Palabras clave:

ayudas cognitivas, crisis en sala de operaciones, paro cardíaco, liderazgo, comunicación, manejo de recursos.

### Keywords:

cognitive aids, crisis in the operating room, cardiac arrest, leadership, communication, resource management.

\* Residente de tercer año de Anestesiología.

† Jefe de Anestesia.

§ Presidente de la Asociación Médica.

¶ Coordinador de Anestesia del Centro de Educación por Simuladores.

Centro Médico ABC (*American British Cowdray*). Ciudad de México, México.

### Correspondencia:

**Dra. María Fernanda Figueroa-Caballero**

**E-mail:** mffigueroac@hotmail.com

Recibido: 07-03-2023

Aceptado: 25-09-2023



se han realizado diferentes estudios para demostrar la eficacia de los mismos y la ubicación más beneficiosa para el usuario. «*Emergency Manual Uses During Actual Critical Events and Changes in Safety Culture From the Perspective of Anesthesia Residents: A Pilot Study*» publicado en 2016, utilizó encuestas que recolectaron datos tanto cuantitativos como cualitativos para evaluar la adopción clínica de los EM en el quirófano. Se realizó una encuesta antes de la implementación, a residentes que estuvieron activos durante el 2011 y se envió nuevamente una post implementación en el año 2014. Entre los resultados, 19 (45%) encuestados habían utilizado un EM durante un evento crítico real y 15 (78.9%) estuvieron de acuerdo o muy de acuerdo en que «el EM ayudó al equipo a brindar una mejor atención al paciente» durante un evento, siendo el resto neutral<sup>(2,3)</sup>.

En el 2019 se publicó «*Best Location and Reader Role in Usage of Emergency Manuals During Critical Events: Experienced Emergency Manual Users' Opinion*» recopilando encuestas de siete hospitales. Se reclutó un total de 114 participantes, que incluía 49 residentes, 35 asistentes y 30 médicos adscritos. El 28% de los participantes tenía menos de cinco años de experiencia laboral, el 28.95% cinco a 10 años de experiencia, el 28.07% contaba con 10 a 20 años de experiencia y el 14.91% tenía más de 20 años de experiencia laboral. Los resultados fueron uso del EM con mayor frecuencia para anafilaxia (16.36%), seguido de hemorragia (13.03%), paro cardíaco (12.12%) y broncoespasmo (12.12%). Más del 92% afirmaron utilizar el EM en la estación de anestesia durante eventos críticos<sup>(4)</sup>.

La experiencia del Centro Médico ABC empieza desde hace cinco años que se cuenta con dichos manuales en sala de operaciones, proceso que se dio por varias etapas. Sabemos que durante una emergencia podemos olvidar los algoritmos, ya que afortunadamente no son frecuentes las situaciones críticas dentro de las instalaciones.

En el Centro Médico ABC se realizan cada año los cursos de crisis y paro cardíaco en sala de operaciones; el jefe de quirófano y el jefe del departamento de anestesiología son partícipes de los mismos, y toman la decisión de contar con las AC en cada área donde se encuentre una máquina de anestesia. Pilar fundamental de este curso es el Dr. Rodrigo Rubio, quien cuenta con entrenamiento en simulación y en manejo de recursos en crisis, es ahí donde enfatiza que uno de los puntos clave es el uso de AC, mismo concepto que transmitió en los cursos antes mencionados.

Se gestionó determinar la mejor ubicación, la idea era que el manual estuviera a la vista en la máquina de anestesia y en los carros de paro. A éste se le agregó un código QR (*quick response*) para que se pudiera descargar de manera gratuita desde el portal de internet.

Se eligió un material resistente en el cual pudiera apreciarse claramente la lectura y se logró el proceso a lo largo de un

mes, ya que se hizo muy consciente la necesidad de la rápida reproducción e instauración. Actualmente, se busca abastecer todas las zonas donde se podrían necesitar los manuales en caso de emergencia, como lo son resonancia magnética, área de recuperación y área de ginecología.

*La simulación y los residentes como parte importante del cambio de cultura.* Llevamos haciendo simulación dentro del programa de residencia de anestesia desde el 2012. Como parte fundamental de cada sesión donde se reproduce una situación crítica, está predicar el hecho que trabajar solo no siempre lleva a un resultado satisfactorio; en cambio, se fomenta pedir ayuda en todas sus formas, tanto de colegas como personal de enfermería y sobre todo de ayudas cognitivas. Esto hace que las nuevas generaciones lo hagan de forma natural como parte del protocolo durante la emergencia<sup>(5)</sup>.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una encuesta a través de *Google Forms* con respuestas de opción múltiple dicotómicas, cualitativas y cuantitativas. Enfocadas al uso y conocimiento de las AC. Se envió a un total de 241 participantes, entre los cuales se incluían 15 residentes de anestesiología y 226 médicos adscritos activos en la práctica médica grupal dentro del Centro Médico ABC. Se obtuvo la participación de 85 médicos adscritos y 15 residentes de anestesiología.

## RESULTADOS

Respuestas reportadas en porcentajes: 29% (n = 29) de los encuestados afirman acudir más de tres veces a la semana al Centro Médico ABC, 85% (n = 85) tiene conocimiento que se cuenta con los manuales de Stanford dentro de la sala de operaciones, 38.5% (n = 35) se enteró de la existencia de los mismos por la experiencia de un colega, mientras que 34.1% (n = 34) fue por descubrimiento propio al notar su presencia en la máquina de anestesia y 12% (n = 12) fue gracias al comentario de los residentes que entran a sala con ellos. El siguiente cuestionamiento fue no sólo saber de su existencia, sino también haberlo revisado, que es en parte una de las razones fundamentales por las que lo tenemos a la mano en área crítica y así familiarizarse con el mismo. Setenta y cuatro por ciento (n = 74) afirmó revisarlo en una situación no crítica. Lo que nos lleva a la siguiente respuesta importante: qué porcentaje lo ha utilizado en una situación crítica; 51% (n = 51) afirmó haberse apoyado de él, una cifra importante, mientras que 36% refiere que dentro del Centro Médico ABC no ha tenido una situación crítica. Con base en esto se cuestionó: en caso de haberlo utilizado, cuántas veces lo hizo y en qué situaciones; 29% (n = 29) lo ha necesitado una sola vez, 10% (n = 10) dos veces y 6% (n = 6) más de tres veces. Las situaciones mayormente descritas fueron las

siguientes: broncoespasmo, choque anafiláctico, sospecha de hipertermia maligna, bradicardia, paro cardíaco, taquicardia supraventricular, neumotórax y fibrilación auricular.

## DISCUSIÓN

Al comparar estos resultados con los diferentes estudios publicados que se han llevado a cabo desde el 2007 en proveedores de anestesia de 70 hospitales con atención a veteranos en EUA, donde se dio apoyo por medio de folletos con ayudas cognitivas, seis meses después de la distribución, el conocimiento de las ayudas por parte de los proveedores era de 86.8%, 50.0% lo habían utilizado como referencia y 6.7% lo empleó durante un evento crítico.

Desde la creación de los manuales de Stanford se ha tratado que la cultura inicie desde la formación académica, es por eso que estudios clínicos aleatorizados no cegados, artículos de revisión y encuestas se han tomado en cuenta o incluso centrado en médicos residentes. Tal es el ejemplo del estudio que evaluó a médicos residentes en un centro de simulación en Lyon, Francia, en el período de un año; los participantes eran residentes con al menos un año de experiencia clínica, quienes fueron sometidos a un total de 92 escenarios de simulación de alta fidelidad, la mitad de éstos tuvieron a la mano herramienta de ayudas cognitivas electrónicas. En los resultados se vio reflejado que mejoró el rendimiento técnico en > 39%. El análisis de subgrupos encontró mejoras similares para cuatro de las cinco crisis simuladas. La única situación en la que no mejoró el rendimiento técnico fue el paro cardíaco. Esto también podría explicarse por mayor estrés y mayor carga cognitiva de una reanimación inmediata, lo que impedía a los residentes usar la AC en primer lugar. La razón de que la mayoría de los estudios se centren en médicos jóvenes es que hay mayor aceptación al recurso, dejando de lado el pensamiento que todo el conocimiento debe estar en nuestra cabeza y debemos exprimirlo en un momento de estrés físico y emocional<sup>(6,7)</sup>.

La Escuela de Medicina de la Universidad de Stanford aprobó el estudio antes mencionado en el período de otoño del 2011; se enviaron encuestas a médicos residentes, ya familiarizados con el manual, previo a su implementación y otra serie de preguntas posterior a la misma en el 2014; la intención de realizar encuestas en una institución de adopción temprana fue capturar datos piloto para la generación de hipótesis sobre las interacciones entre la implementación clínica de EM y la cultura de seguridad del paciente. Casi la mitad de los encuestados (45.2%, n = 19) informaron haber usado un EM al menos una vez durante un evento clínico crítico con 11.9% (n = 5) usado un EM  $\geq 3$  veces, durante los 15 meses desde

la implementación. Las situaciones predominantes fueron: paro cardíaco, usando el algoritmo nueve veces, hipoxemia refractaria, hipertermia maligna, toxicidad por anestésico local, hipotensión refractaria y anafilaxia. En cuanto a por qué no se utilizó el manual más veces, las respuestas populares fueron: «Durante la emergencia hay poco tiempo» y «No había suficiente personal».

Tomando en cuenta estos antecedentes, definitivamente los centros de simulación han sido toda la diferencia para tomar en cuenta el EM de manera fluida, y todos asumiendo el rol que se les asigna en el momento, para agilizar decisiones y optimizar tiempo. Hay previas publicaciones con la experiencia en un centro hospitalario de las etapas y adversidades a seguir desde la idea hasta la ejecución para reproducir y usar las AC, así como la parte de crear la cultura del uso rutinario de las mismas. En el 2018 en la revista *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety* justamente se publicó la revisión *Bringing Perioperative Emergency Manuals to Your Institution: A "How To" from Concept to Implementation in 10 Steps*; durante los seis meses posteriores a la implementación, un total de 282 médicos, incluidos anestesiólogos asistentes, becarios y residentes, participaron en la atención de pacientes quirúrgicos en la institución y completaron el formulario de consulta de garantía de calidad al terminar el caso. Al final de los seis meses posteriores, 189 (67.0%) de 282 médicos habían usado el manual y 68 (24.1%) lo habían usado para atención clínica, ya sea antes de un posible evento crítico, en evolución o después de un evento resuelto. Veintiséis (9.2%) médicos habían utilizado el manual durante un evento no crítico. No especifican el escenario, pero sí los métodos para mantener el éxito en el uso de los manuales tratando de ofrecerles lo más práctico y accesible a los usuarios. Se llevó a cabo una «conferencia de casos» durante el tiempo educativo del departamento aproximadamente un año después de la implementación, se resaltó el hecho que muy pocos manuales necesitaron ser reemplazados durante el primer año a pesar de no fijarlos a la máquina de anestesia, sólo siendo etiquetados adecuadamente para saber a qué área pertenecían<sup>(8-10)</sup>.

La experiencia en Centro Médico ABC con las AC se ha explotado al máximo, ha funcionado y hecho duradera la decisión de acoplarlas a la máquina de anestesia, siendo visible y accesible para todos. Las AC son importantes cuando se trata de prevenir errores de diagnóstico y algunos errores de fijación; los líderes están expuestos a esto cuando manejan las crisis sólo con memoria. Un alto nivel de estrés y factores emocionales pueden comprometer el uso de la ayuda. Es por eso que se enfatiza el rol del lector para que sea el encargado de guiar al líder en el uso del manual de emergencias.



## REFERENCIAS

1. Marshall S. The use of cognitive aids during emergencies in anesthesia: a review of the literature. *Anesth Analg*. 2013;117:1162-1171. doi: 10.1213/ANE.0b013e31829c397b.
2. Goldhaber-Fiebert SN, Pollock J, Howard SK, Berekyei Merrell S. Emergency manual uses during actual critical events and changes in safety culture from the perspective of anesthesia residents: a pilot study. *Anesth Analg*. 2016;123:641-649. doi: 10.1213/ANE.0000000000001445.
3. Fortis-Olmedo LL, Canseco-Cuevas NF, Rubio-Martínez R, Alarcón-Trejo MF, Ríos-Gil D. Manejo de recursos en crisis, importancia de las ayudas cognitivas en anestesia. *Rev Mex Anesthesiol*. 2021;44:143-147. doi: 10.35366/99019.
4. Huang J, Sanchez K, Wu J, Suprun A. Best location and reader role in usage of emergency manuals during critical events: experienced emergency manual users' opinion. *Cureus*. 2019;11:e4505. doi: 10.7759/cureus.4505.
5. Rubio-Martínez R, Cadena FA, Albornoz R, Vasco M, Ostergaard D. Simulation-based education – how to get started. *Update in Anaesthesia*. 2022;36:29-34.
6. Greig PR, Zolger D, Onwochei DN, Thurley N, Higham H, Desai N. Cognitive aids in the management of clinical emergencies: a systematic review. *Anaesthesia*. 2023;78:343-355. doi: 10.1111/anae.15939.
7. Lelaidier R, Balanca B, Boet S, Faure A, Lilot M, Lecomte F, et al. Use of a hand-held digital cognitive aid in simulated crises: the MAX randomized controlled trial. *Br J Anaesth*. 2017;119:1015-1021. doi: 10.1093/bja/aex256.
8. Agarwala AV, McRichards LK, Rao V, Kurzweil V, Goldhaber-Fiebert SN. Bringing perioperative emergency manuals to your institution: a “how to” from concept to implementation in 10 steps. *Jt Comm J Qual Patient Saf*. 2019;45:170-179. doi: 10.1016/j.jcjq.2018.08.012.
9. Carim G Jr, Torrisi-Steele G, Henriqson E. Trapping paper checklists into screens: how to free the resilience capability of digital checklists for emergency and abnormal situations. In: *Resilience in a digital age*. Cham: Springer International Publishing; 2022. pp. 271-284.
10. Goldhaber-Fiebert SN, Berekyei Merrell S, Agarwala AV, De La Cruz MM, Cooper JB, Howard SK, et al. Clinical uses and impacts of emergency manuals during perioperative crises. *Anesth Analg*. 2020;131:1815-1826. doi: 10.1213/ANE.0000000000005012.



# Escalas TRACK y TRUST como predictoras de riesgo transfusional en cirugía cardiovascular en población mexicana

*TRUCK and TRUST scales as transfusional risk predictors in cardiovascular surgery in Mexican population*

Dr. Víctor Manuel Sánchez-Sotelo,\* Dra. Claudia Elizabeth Velázquez-Sotelo,†  
Dra. Nancy Elena Guzmán-Delgado,§ Dra. Montserrat Rodríguez-Lacavex,¶  
Dra. Belém Díaz-Ortiz,¶ Dra. Adriana Martínez-Salazar\*

**Citar como:** Sánchez-Sotelo VM, Velázquez-Sotelo CE, Guzmán-Delgado NE, Rodríguez-Lacavex M, Díaz-Ortiz B, Martínez-Salazar A. Escalas TRACK y TRUST como predictoras de riesgo transfusional en cirugía cardiovascular en población mexicana. Rev Mex Anestesiología. 2024; 47 (1): 13-16. <https://dx.doi.org/10.35366/114091>

**RESUMEN. Introducción:** la transfusión conlleva complicaciones y mortalidad en cirugía cardíaca, con incidencia de 40-90%. Existen escalas que predicen riesgo transfusional; sin embargo, difieren en el número y tipo de variables; además, pocas han sido comparadas en la población mexicana. **Objetivo:** evaluar las escalas *Transfusion Risk Understanding Scoring Tool* (TRUST) y *Transfusion Risk and Clinical Knowledge* (TRACK) para riesgo de transfusión en cirugía cardiovascular en población mexicana. **Material y métodos:** estudio observacional, retrospectivo, comparativo. Incluyó 300 pacientes sometidos a cirugía cardiovascular electiva mayores de 18 años. Se evaluó mediante curva ROC el área bajo la curva (AUC) de los puntajes TRACK y TRUST y su relación con la variable hemotransfusión. La estadística inferencial fue mediante t de Student y  $\chi^2$ . **Resultados:** fueron 83 mujeres (27.7%) y 217 hombres (72.3%). Se transfundieron 227 pacientes (75.7%); la mayoría con hematocrito > 35% (82.2%). La sensibilidad, especificidad y AUC para identificar pacientes de riesgo alto y muy alto de la escala TRACK fueron: 76%, 50% y 0.702, respectivamente; para la escala TRUST fueron: 68%, 57% y 0.69, respectivamente. **Conclusiones:** las escalas TRACK y TRUST son útiles para la estratificación de riesgo de transfusión en cirugía cardíaca electiva en nuestra población.

**ABSTRACT. Introduction:** transfusion leads to complications and mortality in cardiac surgery, with an incidence of 40-90%. There are scales that predict transfusion risk, however, they differ in the number and type of variables; furthermore, few have been compared in Mexican population. **Objective:** to evaluate the *Transfusion Risk Understanding Scoring Tool* (TRUST) and *Transfusion Risk and Clinical Knowledge* (TRACK) scales for risk of transfusion in cardiovascular surgery in the Mexican population. **Material and methods:** observational, retrospective, comparative study. It included 300 patients older than 18 years who underwent elective cardiovascular surgery. The area under the curve (AUC) of the TRACK and TRUST scores and their relationship with the transfusion variable were evaluated using the ROC curve. The inferential statistics implemented were Student's t and  $\chi^2$ . **Results:** there were 83 women (27.7%) and 217 men (72.3%). 227 Patients (75.7%) were transfused; the majority with hematocrit > 35% (82.2%). Sensitivity, specificity, and AUC to identify high and very high risk patients of the TRACK scale were: 76%, 50% and 0.702, respectively; for the TRUST scale were: 68%, 57% and 0.69, respectively. **Conclusions:** the TRACK and TRUST scales are useful for transfusion risk stratification in elective cardiac surgery in our population.

## INTRODUCCIÓN

Las cirugías cardíacas pueden presentar una incidencia de transfusiones que puede ir de 40 hasta 90%<sup>(1,2)</sup>.

En cirugía cardíaca, la transfusión se ha relacionado como variable independiente con el aumento de la estancia hospitalaria y la mortalidad<sup>(3,4)</sup>.

Aunado a esto, las complicaciones isquémicas (infarto de miocardio, daño neurológico y renal) no disminuyen con la transfusión de sangre<sup>(5)</sup>.

Según las guías previas de la *Society of Thoracic Surgeons* (STS) y la *Society of Cardiovascular Anesthesiologists* (SCA) para la transfusión de hemoderivados<sup>(6)</sup>, se sugiere un corte para la transfusión con hemoglobina < 7 g/dL en postopera-

### Palabras clave:

transfusión, escalas predictoras, cirugía cardíaca.

### Keywords:

transfusion, predictive scales, cardiac surgery.

\* Departamento de Cirugía Cardiorrástica.

† Departamento de Cardiología.

§ Jefe de Investigación en Salud.

Departamento de Enseñanza.

¶ Departamento de Anestesia Cardiovascular.

Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Cardiología. No. 34, Instituto Mexicano del Seguro Social. Monterrey, NL, México.

### Correspondencia:

Dr. Víctor Manuel Sánchez-Sotelo

E-mail: victorssotelo@gmail.com

Recibido: 15-11-2022

Aceptado: 17-08-2023



torio de cirugía cardíaca (IIa). Las últimas guías publicadas en 2021 para el manejo de hemoderivados, según la STS y SCA, recomiendan una estrategia de transfusión restrictiva en preferencia a una estrategia liberal<sup>(7)</sup>.

Se han desarrollado múltiples escalas predictoras de riesgo con el fin de estratificar el riesgo de transfusión y con ello poder evitar las complicaciones (lesión pulmonar con incidencia de 2.4%, infecciones, etcétera)<sup>(8)</sup>.

La escala TRUST (*Transfusion Risk Under-standing Scoring Tool*) y la escala TRACK (*Transfusion Risk and Clinical Knowledge*) han sido evaluadas en población europea y no han sido aplicadas aún a nuestra población (*Tabla 1*). Se ha estudiado que ambas escalas tienen un área bajo la curva (AUC) de 0.71 en poblaciones europeas<sup>(9)</sup>.

La escala TRUST cuenta con sensibilidad de 74.9% y especificidad de 64.1%. Estratifica en cinco riesgos: inicial (0), bajo (1), intermedio (2), alto (3) y muy alto ( $\geq 4$ ). La escala TRACK tiene 70.9% de sensibilidad y 71.3% de especificidad. Está compuesta por cinco variables, con base en las cuales se asigna un puntaje de 0 a 20 puntos. Establece el corte de más de 4 puntos para considerar de alto riesgo (*Tabla 1*)<sup>(10)</sup>.

Es necesaria una forma objetiva de estratificar a los pacientes según el riesgo de transfusión. De ahí la importancia de utilizar escalas que ayuden a clarificar las mejores opciones de manejo según las variables individuales como las incluidas en las escalas TRUST y TRACK.

Tabla 1: Variables incluidas en las escalas TRACK y TRUST.

Escala TRACK		
Factor	Odds ratio	Puntaje
Edad > 67 años	1.903	6
Peso < 60 kg (mujeres) o < 85 kg (hombres)	1.272	2
Sexo femenino	1.418	4
Complejidad de la cirugía	2.063	7
Hematocrito	0.895	1
Riesgo alto > 4 puntos y riesgo bajo ≤ 4 puntos.		
Escala TRUST		
Variable	Puntaje	
Niveles de hemoglobina < 13.5 g/L	1	
Peso < 77 kg	1	
Sexo femenino	1	
Edad > 65 años	1	
Cirugía no electiva	1	
Creatinina sérica > 120 µg	1	
Cirugía cardíaca previa	1	
Riesgo inicial (0), bajo riesgo (1), riesgo intermedio (2), alto riesgo (3) y muy alto riesgo (≥ 4 puntos).		
TRACK = <i>Transfusion Risk and Clinical Knowledge</i> . TRUST = <i>Transfusion Risk Understanding Scoring Tool</i> .		

Tabla 2: Características generales de la población.

Variable	n (%)
Sexo	
Femenino	83 (27.7)
Masculino	217 (72.3)
Hematocrito	
Menor de 35%	53 (17.7)
Mayor de 35%	247 (82.2)
Hemoglobina	
Menor de 13 mg/dL	128 (42.7)
Mayor de 13 mg/dL	172 (57.3)
Complejidad de cirugía: sí	47 (15.7)
Cirugía cardíaca: sí	10 (3.3)
Requirió transfusión: sí	227 (75.7)
Paquetes globulares transfundidos	
Promedio	2.11
Mín.-máx.	1-14
Creatinina (g/dL)	
Promedio	1
Mín.-máx.	0.4-13.7
Sangrado (mL)	
Promedio	573
Mín.-máx.	100-5,500
Clasificación TRACK	
Bajo riesgo	241 (80.3)
Alto riesgo	59 (19.7)
Clasificación TRUST	
Riesgo nulo	37 (12.3)
Riesgo bajo	76 (25.3)
Riesgo intermedio	70 (23.3)
Riesgo alto	76 (25.3)
Riesgo muy alto	41 (13.7)

TRACK = *Transfusion Risk and Clinical Knowledge*. TRUST = *Transfusion Risk Understanding Scoring Tool*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio observacional, retrospectivo, transversal comparativo realizado en la Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Cardiología No. 34.

El objetivo del estudio fue evaluar las escalas TRACK y TRUST como predictores de riesgo para transfusión en población mexicana sometida a cirugía cardiovascular.

Se incluyeron pacientes sometidos a cirugía cardíaca electiva durante el período de enero-diciembre de 2018, con una edad mínima de 18 años. Se excluyeron enfermos que utilizaran anticoagulantes orales o parenterales. Se eliminaron del estudio los pacientes fallecidos durante el procedimiento quirúrgico o postoperatorio inmediato.

Las variables independientes fueron las analizadas en cada una de las escalas evaluadas.

Para las variables cuantitativas, se utilizaron las mediciones de media y desviación estándar; para las cualitativas, se estimaron frecuencias y porcentajes. Se estudió el desempeño



Tabla 3: Diferencias entre la población transfundida y no transfundida.

	Requirió transfusión, media $\pm$ DE		p
	Sí	No	
Edad (años)	61.7 $\pm$ 11.44	57.04 $\pm$ 13.15	0.003
Hematocrito (%)	39.7 $\pm$ 5.99	43.6 $\pm$ 3.8	< 0.001
Hemoglobina (g/dL)	12.9 $\pm$ 2.01	14.3 $\pm$ 1.2	< 0.001
Creatinina (g/dL)	1.05 $\pm$ 1.25	0.82 $\pm$ 0.23	0.118
Número de paquetes globulares*	2.11 (2)	—	—
Sangrado (mL)	623.8 $\pm$ 575.6	418.4 $\pm$ 161.48	0.003
TRACK*	8 (9)	2 (7)	< 0.001
TRUST*	2 (2)	1 (2)	< 0.001

\* Los valores se expresan en mediana (rango intercuartil).

TRACK = Transfusion Risk and Clinical Knowledge. TRUST = Transfusion Risk Understanding Scoring Tool.

Tabla 4: Desempeño diagnóstico de las escalas TRACK y TRUST.

	Escala	
	TRACK	TRUST
Sensibilidad, %	76	68
Especificidad, %	50	57
Valor predictivo positivo, %	87	95
Valor predictivo negativo, %	31	56
Razón de verosimilitud	15.2	31.9
Área bajo la curva (IC 95%)	0.702 (0.63-0.76)	0.693 (0.62-0.76)

TRACK = Transfusion Risk and Clinical Knowledge. TRUST = Transfusion Risk Understanding Scoring Tool.

diagnóstico de las escalas mediante la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo (VPP), el valor predictivo negativo (VPN) y el área bajo la curva (AUC).

Se realizó estadística inferencial mediante t de Student y  $\chi^2$ . Se consideró un nivel de significancia estadística  $p < 0.05$ . Se utilizó el paquete IBM. SPSS® versión 22.

## RESULTADOS

Se estudió una muestra de 300 pacientes, cuyas características basales se especifican en la *Tabla 2*, incluyendo la estratificación de acuerdo con cada escala.

Se comparan los datos entre la población transfundida y no transfundida (*Tabla 3*). El promedio de los niveles de hematocrito fue 39.7% para el grupo transfundido y 43.6% para el grupo no transfundido ( $p \leq 0.001$ ). Únicamente los niveles de creatinina (Cr) tuvieron una diferencia no significativa entre ambos grupos. La mediana de la escala TRACK fue 8 y 2 para la población transfundida y no transfundida, respectivamente; mientras que para la escala TRUST fue

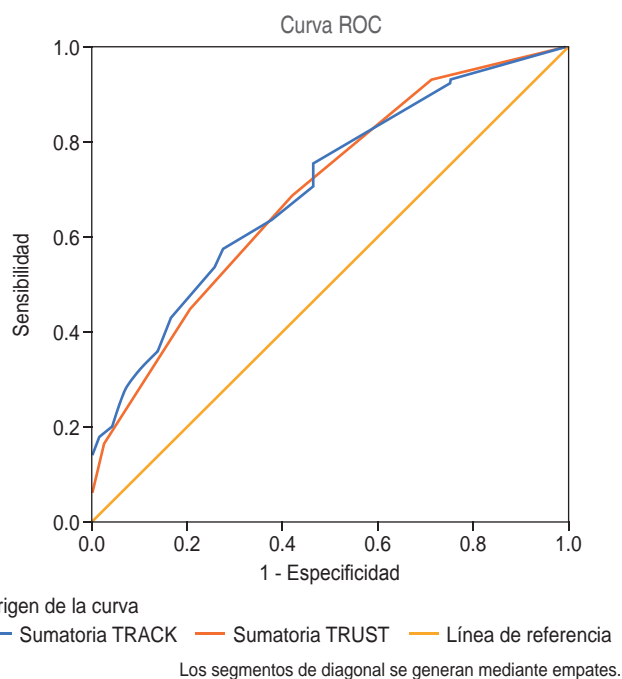


Figura 1: Área bajo la curva para las escalas TRACK y TRUST.

de 2 y 1 para la población transfundida y no transfundida, respectivamente (*Tabla 3*).

La escala TRUST presentó sensibilidad de 68% y especificidad de 57%; la razón de verosimilitud fue de 31.9. La escala TRACK tuvo sensibilidad de 76% y especificidad de 50% para identificar pacientes de riesgo alto; con razón de verosimilitud de 15.2 para riesgo de transfusión; con valor predictivo positivo de 87% y valor predictivo negativo de 31% (*Tabla 4*).

El área bajo la curva de ambas escalas fue cercana a 0.75 (*Figura 1*).

## DISCUSIÓN

En el presente estudio, se analizaron las escalas TRACK y TRUST para validación en nuestra población ante la inquietud de una alta incidencia de transfusión y la necesidad de establecer una manera objetiva de evaluar el riesgo de transfusión.

En el caso de la escala TRACK, fue mayor la clasificación en riesgo bajo. Por otro lado, en la escala TRUST la mayor parte se concentró en riesgo intermedio y riesgo alto.

El grupo transfundido fue más añoso en comparación con el grupo no transfundido con diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.003$ ). Como era esperado, los pacientes no transfundidos tuvieron niveles mayores de hematocrito. La cantidad de sangrado fue casi cinco veces mayor en el grupo transfundido que en el no transfundido con diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.003$ ).

Se obtuvo un puntaje de 8.4 y 4.3 para la escala TRACK y de 2.3 y 1.1 para la escala TRUST, para la población transfundida y la población no transfundida, respectivamente. Dichas diferencias en los puntajes fueron estadísticamente significativas, por lo que se considera que estos datos permiten hacer una estratificación adecuada entre bajo y alto riesgo de los pacientes que se someterán a cirugía cardíaca de forma electiva.

Llaman la atención los puntajes de sensibilidad y especificidad establecidos en los estudios de validación previa en comparación con los obtenidos en el presente estudio. Los valores de sensibilidad y especificidad para la escala TRUST previamente estudiados fueron similares a nuestros valores (68% y 57%, respectivamente), así como la sensibilidad de la escala TRACK. Caso diferente, la especificidad reportada para la escala TRACK, que difirió mucho de nuestro resultado (71.3% vs 50%). Dichos valores se establecieron en el caso de la escala TRACK, con un punto de corte para alto riesgo

de transfusión de 4 puntos. En nuestra población se pudiera considerar un punto de corte diferente.

Para ambas escalas, se obtuvieron puntajes de sensibilidad altas, pero especificidad con muy pobre desempeño. Por tanto, podremos identificar de manera fiable a los pacientes de riesgo alto, aunque no podremos descartar a los pacientes de riesgo bajo. Por otro lado, el valor predictivo positivo fue bastante elevado en ambas escalas.

Las escalas estudiadas fueron validadas en cohortes de pacientes en centros especializados en Reino Unido, principalmente; sin embargo, el área bajo la curva estimada coincide con los datos obtenidos en dichos estudios<sup>(9,10)</sup>. El valor del área de la curva con poder discriminativo se consideró de 0.75, siendo en ambas cercano a 0.75, por lo que se puede considerar un adecuado desempeño diagnóstico.

Una limitación importante del estudio comprende que los pacientes incluidos se sometieron a varias estrategias de transfusión, como manejo de albúmina, soluciones cristaloides, etcétera. Por otro lado, el tiempo de circulación extracorpórea, de pinzado aórtico y el riesgo quirúrgico no se incluyeron dentro del análisis.

La presente serie no comprende un estudio predictor de mortalidad, sino de requerimiento de transfusión; sin embargo, la asociación de requerimiento de transfusión con los eventos cardiovasculares mayores ya ha sido estudiada previamente<sup>(3,4)</sup>.

## CONCLUSIÓN

Tanto la escala TRACK como la escala TRUST tienen alta sensibilidad para identificar a los pacientes de alto riesgo de transfusión y tienen un buen desempeño diagnóstico de acuerdo al área bajo la curva obtenida. Pudiendo ser aplicables a nuestra población mexicana. Sin embargo, su especificidad es pobre.

## REFERENCIAS

1. Tempe DK, Khurana P. Optimal blood transfusion practice in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2018;32:2743-2745.
2. Kilic A, Whitman GJR. Blood transfusions in cardiac surgery: indications, risks, and conservation strategies. *Ann Thorac Surg*. 2014;97:726-734.
3. Vlot EA, Verwijmeren L, van de Garde EMW, Kloppenburg GTL, van Dongen EPA, Noordzij PG. Intra-operative red blood cell transfusion and mortality after cardiac surgery. *BMC Anesthesiol* [Internet]. 2019;19:65. Available in: <https://doi.org/10.1186/s12871-019-0738-2>
4. Murphy GJ, Reeves BC, Rogers CA, Rizvi SIA, Culliford L, Angelini GD. Increased mortality, postoperative morbidity, and cost after red blood cell transfusion in patients having cardiac surgery. *Circulation*. 2007;116:2544-2552.
5. Rawn JD. Blood transfusion in cardiac surgery: a silent epidemic revisited. *Circulation*. 2007;116:2523-2524.
6. Ferraris VA, Ferraris SP, Saha SP, Hessel EA 2nd, Haan CK, Royston BD, et al. Perioperative blood transfusion and blood conservation in cardiac surgery: the Society of Thoracic Surgeons and The Society of Cardiovascular Anesthesiologists clinical practice guideline. *Ann Thorac Surg*. 2007;83:S27-S86.
7. Tibi P, McClure RS, Huang J, Baker RA, Fitzgerald D, Mazer CD, et al. STS/SCA/AmSECT/SABM Update to the clinical practice guidelines on patient blood management. *Ann Thorac Surg*. 2021;112:981-1004.
8. Petricevic M, Petricevic M, Pasalic M, Golubic Cepulic B, Raos M, Vasicek V, et al. Bleeding risk stratification in coronary artery surgery: the should-not-bleed score. *J Cardiothorac Surg* [Internet]. 2021;16:103. Available in: <https://doi.org/10.1186/s13019-021-01473-3>
9. Goudie R, Sterne JAC, Verheyden V, Bhabra M, Ranucci M, Murphy GJ. Risk scores to facilitate preoperative prediction of transfusion and large volume blood transfusion associated with adult cardiac surgery †. *Br J Anaesth*. 2015;114:757-766.
10. Leff J, Romano CA, Gilbert S, Nair S. validation study of the transfusion risk and clinical knowledge (TRACK) tool in cardiac surgery patients: a retrospective analysis. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33:2669-2675.



# Evaluación de síntomas de COVID-19 en pacientes hospitalizados a través del cuestionario ESAS-r(es)

*Assessment of COVID-19 symptoms in hospitalized patients through the ESAS-r(es) questionnaire*

Dra. Evelyn Judith Cruz-Nocelo,\* Dra. Ivonne Cerón-Paz,\*  
Dr. Roberto Ángel Barajas-Victoria,\* Dr. Hugo Alejandro Trejo-Villanueva,\*  
Dr. Víctor Hugo Zúñiga-Carmona,\* Dra. Dora Emilia Torres-Prado\*

**Citar como:** Cruz-Nocelo EJ, Cerón-Paz I, Barajas-Victoria RÁ, Trejo-Villanueva HA, Zúñiga-Carmona VH, Torres-Prado DE. Evaluación de síntomas de COVID-19 en pacientes hospitalizados a través del cuestionario ESAS-r(es). *Rev Mex Anestesiología*. 2024; 47 (1): 17-22. <https://dx.doi.org/10.35366/114092>

**RESUMEN. Introducción:** la COVID-19 se acompaña de síntomas que suelen ser más evidentes cuando la enfermedad es severa. **Objetivo:** evaluar los síntomas de pacientes hospitalizados por COVID-19 a través del cuestionario Evaluación de Síntomas de Edmonton ESAS-r(es) y comparar su intensidad de acuerdo con la gravedad. **Material y métodos:** se realizó un estudio transversal, prospectivo y observacional, que consistió en la evaluación de la intensidad de síntomas en pacientes con COVID-19 hospitalizados y se comparó de acuerdo con la gravedad. **Resultados:** se incluyeron 110 evaluaciones, la mayoría de síntomas se presentaron con mayor intensidad en el grupo gravedad severa: agotamiento ( $p \leq 0.001$ ), pérdida de apetito ( $p = 0.006$ ), dificultad para respirar ( $p = 0.001$ ), desánimo ( $p = 0.009$ ) y nerviosismo/ansiedad ( $p = 0.041$ ). **Conclusión:** los síntomas se presentaron con mayor frecuencia e intensidad en enfermedad severa.

**ABSTRACT. Introduction:** COVID-19 is accompanied by symptoms that are usually more evident when the disease is severe. **Objective:** to evaluate the symptoms of patients hospitalized for COVID-19 through the ESAS-r(es) questionnaire and compare their intensity according to severity. **Material and methods:** a cross-sectional, prospective and observational study was carried out, which consisted of the evaluation of the intensity of symptoms in hospitalized patients with COVID-19 and was compared according to severity. **Results:** 110 evaluations were included, most of the symptoms presented with greater intensity in the severe severity group: exhaustion ( $p \leq 0.001$ ), loss of appetite ( $p = 0.006$ ), shortness of breath ( $p = 0.001$ ), discouragement ( $p = 0.009$ ) and nervousness/anxiety ( $p = 0.041$ ). **Conclusion:** the symptoms occurred with greater frequency and intensity in severe disease.

## INTRODUCCIÓN

En el 2014, en el Diario Oficial de la Federación se decretó la obligatoriedad de los cuidados paliativos, definiendo éstos como «el cuidado activo y total de aquellas enfermedades que no responden a tratamiento curativo, el control del dolor y de otros síntomas, así como la atención de aspectos psicológicos, sociales y espirituales»<sup>(1)</sup>. La atención paliativa es un derecho de las personas con condiciones de salud que limitan o amenazan la vida, que afectan de manera negativa su calidad de vida y que generan sufrimiento<sup>(2)</sup>. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó procurar el acceso a

los cuidados paliativos para los pacientes con COVID-19<sup>(3)</sup>. El cuidado básico paliativo debe incluir alivio de la disnea y otros síntomas y centrarse en el apoyo familiar<sup>(3)</sup>.

La COVID-19 se acompaña de una serie de síntomas que suelen ser más evidentes cuando la enfermedad es severa. Lovell y colaboradores realizaron un estudio en el *Cicely Saunders Institute*, Londres, en 101 pacientes paliativos (con alguna enfermedad avanzada, progresiva e incurable) con COVID-19; reportan que los síntomas más frecuentes referidos fueron disnea, ansiedad y somnolencia<sup>(4)</sup>. Otro estudio, realizado por Fusi-Schmidhauser y asociados, describió la evaluación y el manejo de los síntomas más frecuentes que

### Palabras clave:

infecciones por coronavirus, cuidados paliativos, signos y síntomas.

### Keywords:

coronavirus infections, palliative care, signs and symptoms.

\* Centro Interdisciplinario para el Estudio y Tratamiento del Dolor y Cuidados Paliativos (CIETD-CP) de la Unidad Médica de Alta Especialidad «Dr. Victorio de la Fuente Narváez», Instituto Mexicano del Seguro Social. Ciudad de México, México.

### Correspondencia:

Dra. Evelyn Judith Cruz-Nocelo  
E-mail: eve\_412@hotmail.com

Recibido: 25-04-2023

Aceptado: 25-07-2023



fueron disnea, fiebre, ansiedad y *shivering*<sup>(5)</sup>. La información de las necesidades paliativas de pacientes con COVID-19 es escasa, incluyendo severidad de los síntomas asociados a los diferentes escenarios clínicos de esta enfermedad. Es probable que los síntomas puedan variar de acuerdo con la severidad del cuadro clínico.

Este estudio se realizó con el objetivo de evaluar la intensidad de los síntomas de pacientes hospitalizados por COVID-19 a través del cuestionario de ESAS-r(es)<sup>(6)</sup> y comparar de acuerdo con la gravedad del estado clínico de los pacientes.

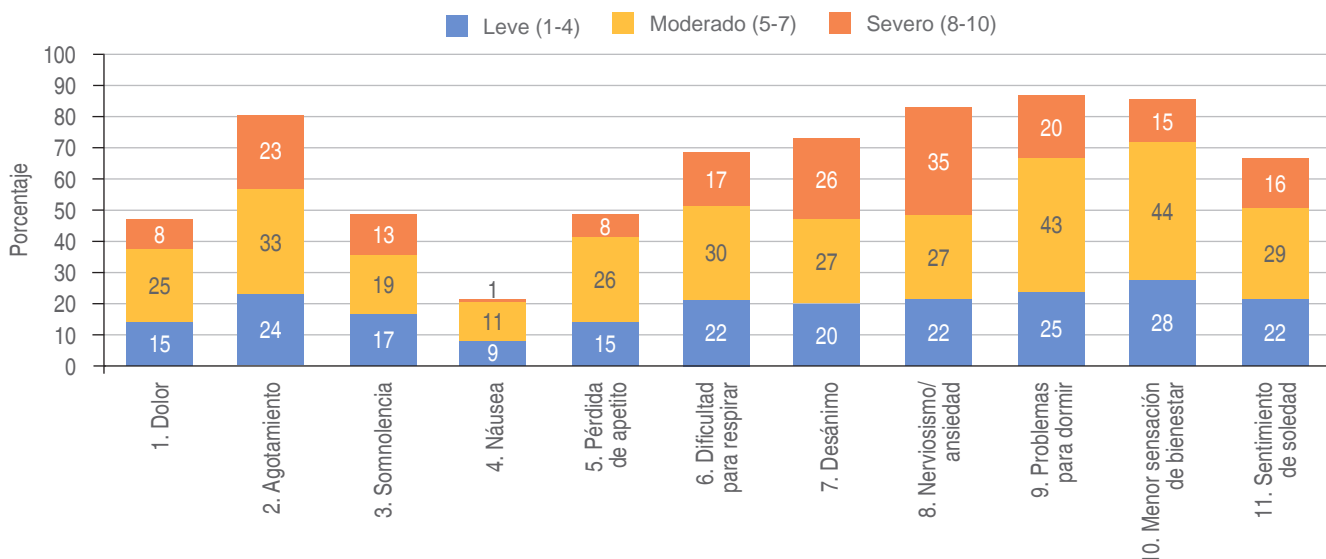
## MATERIAL Y MÉTODOS

Prevía aprobación por el Comité Local de Investigación en Salud 3401 con el número de registro: R-2021-3401-004 y previo consentimiento informado, se realizó un estudio transversal, prospectivo y observacional, que consistió en la evaluación de la intensidad de síntomas a través del cuestionario ESAS-r(es) en los pacientes con COVID-19 hospitalizados en el área COVID del Hospital de Ortopedia «Dr. Victorio de la Fuente Narváez» durante el período del 1 de marzo al 30 de junio del 2021. Se incluyeron pacientes mayores de 18 años que fueron

Tabla 1: Frecuencia e intensidad de los síntomas del cuestionario ESAS-r(es) en pacientes hospitalizados con COVID-19 (N = 110).

Evaluación ESAS-r(es)	Pacientes n (%)	Intensidad de los síntomas Mediana (RIC Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> )	p*
1. Dolor	52 (47)	4 (3-6)	0.001
2. Agotamiento	87 (79)	5 (3-7)	< 0.001
3. Somnolencia	54 (49)	5 (3-7)	0.001
4. Náusea	23 (29)	4 (3-5)	0.014
5. Pérdida de apetito	54 (49)	4.5 (3-6)	0.03
6. Dificultad para respirar	76 (69)	5 (3-6.5)	0.001
7. Desánimo	81 (74)	5 (3-7)	0.001
8. Nerviosismo/ansiedad	92 (84)	5 (3-8)	< 0.001
9. Problemas para dormir perfectamente	96 (87)	5 (3-6)	0.001
10. Menor sensación de bienestar	95 (86)	4 (3-5)	< 0.001
11. Otro: sentimiento de soledad	74 (67)	5 (3-6)	0.003

\* Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov corregida por Lilliefors con significancia estadística  $p < 0.05$ .  
RIC Q<sub>1</sub>-Q<sub>3</sub> = rango intercuartil cuartil 1-cuartil 3.



**Figura 1:** Frecuencia de síntomas en COVID-19. Los síntomas presentados con mayor frecuencia en la población estudiada fueron problemas para dormir, menor sensación de bienestar, nerviosismo/ansiedad y desánimo.

**Tabla 2: Frecuencia e intensidad de los síntomas del cuestionario ESAS-r(es) en pacientes con COVID-19 entre el grupo gravedad moderada y el grupo gravedad severa.**

Evaluación ESAS-r(es)	Grupo				p*
	Gravedad moderada (EWS < 7), N = 71		Gravedad severa (EWS ≥ 7), N = 39		
	Pacientes n (%)	Intensidad de los síntomas Mediana (RIC Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> )	Pacientes n (%)	Intensidad de los síntomas Mediana (RIC Q <sub>1</sub> -Q <sub>3</sub> )	
1. Dolor	30 (42)	4.5 (3-6)	22 (56)	4 (4-5)	0.858
2. Agotamiento	53 (75)	4 (3-5)	34 (87)	6 (5-7)	< <b>0.001</b>
3. Somnolencia	30 (42)	4 (2-7)	24 (62)	5 (4-6.5)	0.188
4. Náusea	13 (18)	3 (3-4)	10 (26)	4 (3-6)	0.232
5. Pérdida de apetito	29 (41)	4 (3-5)	25 (64)	5 (4-7)	<b>0.006</b>
6. Dificultad para respirar	42 (59)	4 (3-5)	34 (87)	6 (4-8)	<b>0.001</b>
7. Desánimo	45 (63)	4 (3-6)	36 (92)	6.5 (4-8)	<b>0.009</b>
8. Nerviosismo/ansiedad	56 (79)	4 (3-7.5)	36 (92)	6.5 (4-8)	<b>0.041</b>
9. Problemas para dormir perfectamente	59 (83)	5 (3-6)	37 (95)	5 (3-7)	0.698
10. Menor sensación de bienestar	59 (83)	4 (3-6)	36 (92)	5 (4-7)	0.054
11. Otro: sentimiento de soledad	41 (58)	4 (2-6)	33 (85)	5 (4-7)	0.75

\* Prueba U de Mann-Whitney para comparar diferencia de la intensidad de los síntomas entre ambos grupos con significancia estadística  $p < 0.05$ .

EWS = Early Warning Score and Rules for 2019-nCoV Infected Patients. RIC Q<sub>1</sub>-Q<sub>3</sub> = rango intercuartil cuartil 1-cuartil 3.

hospitalizados con diagnóstico de COVID-19 confirmado mediante prueba PCR que obtuvieron  $\geq 27$  puntos en el Mini Mental de Folstein. Se excluyeron a aquellos que no desearon participar, aquellos sin prueba confirmatoria, los que tenían más de dos comorbilidades o alguna enfermedad adyacente con criterios de terminalidad<sup>(1)</sup>. Se eliminaron los pacientes que contestaron el cuestionario de manera incompleta. Las variables de estudio fueron: 1) variable dependiente: intensidad de los síntomas del ESAS-r(es) y 2) variable independiente: gravedad de enfermedad (COVID-19).

La *Edmonton Symptom Assessment System* (ESAS) es un instrumento desarrollado en Canadá y ha sido validado a nivel internacional para paciente con cáncer avanzado. El cuestionario ESAS-r(es) de Carvajal y colaboradores<sup>(6)</sup> es la versión revisada y validada de la versión original española del ESAS y de la versión inglesa del ESAS-r. Ésta incluye la valoración de 10 síntomas determinados en escala del 1 al 10 y permite la adición de un síntoma más. El *Early Warning Score and Rules for 2019-nCoV Infected Patients* (EWS) fue recomendado por la OMS como herramienta para valorar la gravedad de la COVID-19; éste consiste en la valoración de ocho parámetros que son: edad, frecuencia respiratoria, presión arterial sistólica, frecuencia cardíaca, temperatura, saturación de oxígeno, requerimiento de oxígeno suplementario y estado de conciencia; EWS clasifica a los pacientes de acuerdo con la severidad de la enfermedad en riesgo: leve (0-4 puntos), moderado (5-6 puntos) y alto ( $\geq 7$  puntos)<sup>(7)</sup>. Para fines de este estudio, los pacientes se clasificaron en dos

grupos: 1) gravedad moderada con  $EWS < 7$ , y 2) gravedad severa con  $EWS \geq 7$ .

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 24. Los resultados se expresaron como medidas de tendencia central y de dispersión de acuerdo a la normalidad de la distribución (prueba de Kolmogórov-Smirnov corregido por Lilliefors). Con prueba de U de Mann-Whitney se comparó la diferencia entre la intensidad de síntomas en ambos grupos, considerando un valor de  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo.

## RESULTADOS

Se realizaron 127 evaluaciones, de estas se eliminaron 17 por datos incompletos, por lo que se incluyeron un total de 110 evaluaciones en el estudio. La edad promedio fue  $58.5 \pm 13.5$  años (distribución normal [ $p = 0.71$ ]); el 68% (75 pacientes) fueron del sexo masculino. El 100% se encontraban con oxígeno suplementario. Los síntomas que se presentaron con mayor frecuencia fueron: problemas para dormir (87%), menor sensación de bienestar (86%), nerviosismo/ansiedad (85%) y agotamiento (79%). En la *Tabla 1* se muestra la frecuencia e intensidad de los síntomas en la población total y el resultado de la prueba de normalidad (distribución no normal [ $p < 0.005$ ]). En la *Figura 1* se observa la frecuencia de los síntomas por COVID-19 en la totalidad de la población estudiada. El 47% (52 pacientes) refirieron dolor; localizado en tórax (33%), cefalea (23%), dolor generalizado (19%),



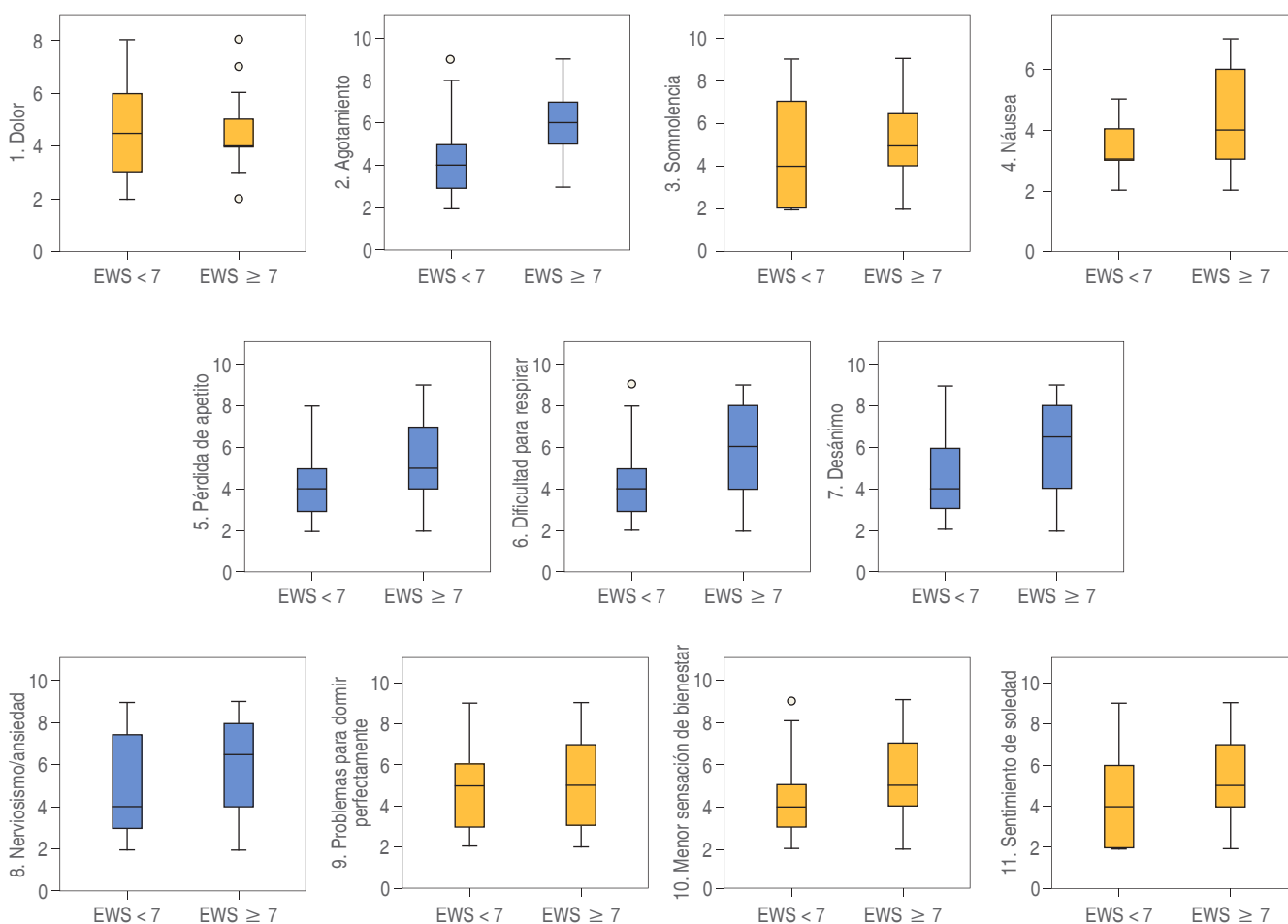
abdomen (12%), faringe (10%) y región lumbar (4%). El 32% del total (35 pacientes) refirieron otro síntoma no incluido en el cuestionario: estreñimiento (63%), tos (29%) y diarrea (6%).

En el grupo gravedad moderada se incluyeron 71 pacientes (64.5%) y 39 (35.5%) en el de gravedad severa. No hubo diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0.10$ ) en la edad entre ambos (gravedad moderada:  $57.9 \pm 13.4$  años, gravedad severa:  $61 \pm 13.5$ ). En la **Tabla 2** se muestra la frecuencia e intensidad de los síntomas entre ambos grupos. En la **Figura 2** se muestran las gráficas de cajas de la diferencia de medianas y rangos intercuartiles de la intensidad de síntomas entre ambos grupos; se observa que la mayoría se presentaron con mayor intensidad en el grupo gravedad severa, con diferencia estadísticamente significativa para el agotamiento ( $p \leq 0.001$ ), la pérdida de apetito ( $p = 0.006$ ), dificultad para respirar ( $p = 0.001$ ), desánimo ( $p = 0.009$ ) y nerviosismo/ansiedad ( $p = 0.041$ ).

## DISCUSIÓN

Los síntomas reportados principalmente fueron: problemas para dormir, menor sensación de bienestar, nerviosismo/ansiedad y agotamiento. Un estudio realizado por Sahin y colaboradores reportó como síntomas principales fiebre, tos, disnea y rinorrea en pacientes con cuadro leve a moderado<sup>(8)</sup>. Es probable que esto se deba a la diferencia en la gravedad de los pacientes evaluados en ambos estudios o a que los síntomas del cuestionario ESAS-r(es) habitualmente no son interrogados.

Poco menos del 50% de los pacientes refirieron dolor; con mayor frecuencia en tórax, cabeza y extremidades. A excepción del dolor torácico, estas cifras son concordantes con el estudio de Sahin y asociados, quienes reportaron el dolor como un síntoma frecuente (82.5%) en cuadro de leve a moderado (cefalea [61.7%] y dolor en piernas [61.5%] y



**Figura 2:** Gráficas de cajas de la diferencia de la intensidad de los síntomas de COVID-19 entre el grupo gravedad moderada (EWS < 7) y el grupo gravedad severa (EWS ≥ 7). Las cajas en azul muestran los síntomas cuya intensidad fue significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) en los pacientes con gravedad severa de COVID-19.

brazos [55.1%])<sup>(8)</sup>. El dolor torácico sugiere gravedad, por lo que probablemente no es común en cuadros poco severos.

En el presente estudio, los síntomas psicológicos del cuestionario ESAS-r(es) se presentaron con alta frecuencia. Beng y colaboradores registraron alta prevalencia de ansiedad (47%), depresión (57%) y pensamientos suicidas (23%)<sup>(9)</sup>. La inflamación sistémica compromete la barrera hematoencefálica y permite el paso de factores proinflamatorios al cerebro. Iglesias-González y su grupo reportaron niveles plasmáticos de IL-6 y proteína C reactiva más altos en pacientes hospitalizados por COVID-19 que debutaron con síntomas de depresión, ansiedad, distrés, entre otros desórdenes mentales<sup>(10)</sup>. Los síntomas fueron similares en pacientes con COVID-19 moderada y severa; sin embargo, los enfermos clasificados con gravedad severa presentaron mayor número de síntomas y éstos fueron más intensos; principalmente en el caso de nerviosismo/ansiedad, desánimo, disnea y fatiga. Keeley y su equipo realizaron una revisión sistemática en la que se incluyeron 10 estudios de los síntomas en el paciente con COVID-19 principalmente al final de la vida, los más frecuentes fueron disnea, tos y fatiga<sup>(11)</sup>. Hetherington y asociados reportaron que los síntomas principales de 186 pacientes paliativos infectados por COVID-19 fueron disnea (68%) y ansiedad (48%)<sup>(12)</sup>. Estos reportes son similares a los resultados de este estudio.

El control farmacológico de síntomas ha sido limitado por las potenciales interacciones de los medicamentos y la limitada experiencia al respecto<sup>(13)</sup>. Sin embargo, el control de síntomas y el cuidado paliativo se fundamenta también en medidas no farmacológicas dirigidas a mejorar el confort del paciente<sup>(14)</sup>.

Las limitaciones de este estudio radican en que, aunque en el diseño original se consideró la descripción del manejo

paliativo de los síntomas, esto no fue incluido en el manuscrito final debido a que el tratamiento sintomático fue altamente heterogéneo al tener que adaptarse a la disponibilidad de recursos. La importancia de este estudio se fundamenta en que es el primer reporte en México de evaluación de la intensidad de síntomas por COVID-19 en pacientes hospitalizados, mostrando que no necesariamente los pacientes tienen que ser considerados como «al final de la vida» o fuera de «tratamiento curativo» para que el tratamiento paliativo deba ser incluido en el manejo integral.

## CONCLUSIÓN

Los síntomas reportados principalmente por pacientes con un cuadro clínico de moderado a severo de COVID-19 fueron: problemas para dormir, menor sensación de bienestar, nerviosismo/ansiedad y agotamiento. Los síntomas se presentaron con mayor frecuencia e intensidad cuando el cuadro de la enfermedad fue severo. Actualmente, los cuidados paliativos son reconocidos como un componente integral de la atención de todo paciente con alguna enfermedad crítica independientemente del pronóstico.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento y reconocimiento al personal de salud del Hospital de Ortopedia Unidad Médica de Alta Especialidad «Dr. Victorio de la Fuente Narváez» por su trabajo y su vocación de servicio; especialmente, al Dr. Henry Quintela Núñez del Prado y al Dr. Rubén Torres González por su apoyo y confianza para que los cuidados paliativos estén al alcance de todos los pacientes, incluso en situación de crisis.

## REFERENCIAS

1. Secretaría de Gobernación [SEGOB]. Acuerdo por el que el Consejo de Salubridad General declara la obligatoriedad de los esquemas de manejo integral de cuidados paliativos, así como los procesos señalados de la guía del manejo integral de cuidados paliativos [Internet]. 2014 [consultado el 9 ene 2023]. Disponible en: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5377407&fecha=26/12/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5377407&fecha=26/12/2014)
2. Secretaría de Gobernación [SEGOB]. Acuerdo que modifica el Anexo Único del diverso por el que el Consejo de Salubridad General declara la obligatoriedad de los Esquemas de Manejo Integral de Cuidados Paliativos, así como los procesos señalados en la Guía del Manejo Integral de Cuidados Paliativos, publicado el 26 de diciembre de 2014 [Internet]. 2018 [Consultado el 9 ene 2023]. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5534718&fecha=14/08/2018](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5534718&fecha=14/08/2018)
3. World Health Organization. Clinical management of COVID-19: interim guidance, 27 May 2020. World Health Organization. 2020 [accessed January 25, 2022]. Available in: <https://iris.who.int/handle/10665/332196>
4. Lovell N, Maddocks M, Etkind SN, Taylor K, Carey I, Vora V, et al. Characteristics, symptom management, and outcomes of 101 patients with COVID-19 referred for hospital palliative care. *J Pain Symptom Manage*. 2020;60:e77-e81. doi: 10.1016/j.jpainsymman.2020.04.015.
5. Fusi-Schmidhauser T, Preston NJ, Keller N, Gamondi C. Conservative management of COVID-19 patients-emergency palliative care in action. *J Pain Symptom Manage*. 2020;60:e27-e30. doi: 10.1016/j.jpainsymman.2020.03.030
6. Carvajal VA, Martínez GM, Centeno CC. Versión española del Edmonton Symptom Assessment System (ESAS): un instrumento de referencia para la valoración sintomática del paciente con cáncer avanzado. *Med Paliat*. 2013;20:143-149.
7. Liao X, Wang B, Kang Y. Novel coronavirus infection during the 2019-2020 epidemic: preparing intensive care units-the experience in Sichuan Province, China. *Intensive Care Med*. 2020;46:357-360. doi: 10.1007/s00134-020-05954-2.
8. Sahin T, Ayyildiz A, Gencer-Atalay K, Akgün C, Ozdemir HM, Kuran B. Pain symptoms in COVID-19. *Am J Phys Med Rehabil*. 2021;100:307-312. doi: 10.1097/PHM.0000000000001699.
9. Beng TS, Kim CLC, Shee CC, Ching DNL, Liang TJ, Kumar MKN, et al. COVID-19, suffering and palliative care: a review.

- Am J Hosp Palliat Care. 2021;16:10499091211046233. doi: 10.1177/10499091211046233.
10. Iglesias-González M, Boigues M, Sanagustin D, Giralto-López M, Cuevas-Esteban J, Martínez-Cáceres E, et al. Association of serum interleukin-6 and C-reactive protein with depressive and adjustment disorders in COVID-19 inpatients. *Brain Behav Immun Health*. 2022;19:100405. doi: 10.1016/j.bbih.2021.100405.
  11. Keeley P, Buchanan D, Carolan C, Pivodic L, Tavabie S, Noble S. Symptom burden and clinical profile of COVID-19 deaths: a rapid systematic review and evidence summary. *BMJ Support Palliat Care*. 2020;10:381-384. doi: 10.1136/bmjspcare-2020-002368.
  12. Hetherington L, Johnston B, Kotronoulas G, Finlay F, Keeley P, McKeown A. COVID-19 and Hospital Palliative Care - A service evaluation exploring the symptoms and outcomes of 186 patients and the impact of the pandemic on specialist Hospital Palliative Care. *Palliat Med*. 2020;34:1256-1262. doi: 10.1177/0269216320949786.
  13. Wong A, Keith C, Gregory H, Liew D. Palliative and supportive care prescribing considerations around qt prolongation risk in the context of COVID-19 (coronavirus disease 2019) management. *J Pain Palliat Care Pharmacother*. 2020;34:237-239. doi: 10.1080/15360288.2020.1814481.
  14. Andreas M, Piechotta V, Skoetz N, Grummich K, Becker M, Joos L, et al. Interventions for palliative symptom control in COVID-19 patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;8:CD015061. doi: 10.1002/14651858.CD015061.





# El estrés oxidativo en el perioperatorio: implicaciones clínicas

## *Oxidative stress in the perioperative period: clinical implications*

Dr. Pastor Luna-Ortiz,\* Dr. Santiago Pilar-Báez,†  
Dr. Marco Fabio Lazcano-Vázquez,§ Dr. Martín Martínez-Rosas¶

**Citar como:** Luna-Ortiz P, Pilar-Báez S, Lazcano-Vázquez MF, Martínez-Rosas M. El estrés oxidativo en el perioperatorio: implicaciones clínicas. Rev Mex Anestesiología. 2024; 47 (1): 23-29. <https://dx.doi.org/10.35366/114093>

**RESUMEN.** El trauma de la cirugía altera la homeostasis y desarrolla complicaciones en el postoperatorio, particularmente en los pacientes de alto riesgo. Las respuestas al estrés quirúrgico se producen por un proceso inflamatorio agudo y por un estado de desbalance entre los niveles de moléculas prooxidantes y la actividad de los sistemas antioxidantes conocido como estrés oxidativo (EOx). Estos dos mecanismos subyacen a las complicaciones en el perioperatorio. Por otro lado, las complicaciones pueden disminuirse con el manejo anestésico adecuado, ya que algunos anestésicos presentan capacidad antioxidante. El EOx puede tener un impacto negativo en todas las formas de cirugía mayor, particularmente en los pacientes de edad avanzada y con comorbilidades, por lo que es importante disminuir o evitar este fenómeno. El objetivo de esta revisión es presentar brevemente el concepto y las bases celulares del EOx y su relación con las complicaciones más comunes en el perioperatorio de cirugía cardíaca y no cardíaca, así como la determinación cuantitativa del nivel de EOx mediante biomarcadores séricos. Además, se revisa el efecto de los anestésicos sobre el EOx y el uso de terapias antioxidantes en la prevención de las complicaciones postoperatorias inducidas por el EOx.

**ABSTRACT.** The trauma of surgery induces systemic stress that alters homeostasis and develops postoperative complications, particularly in high-risk patients. Surgical stress is produced by an acute inflammatory process and by the imbalance between the levels of pro-oxidant molecules and the activity of antioxidant systems. This imbalance is known as oxidative stress (OS). These two mechanisms underlie perioperative complications are reduced with anaesthetic management since some anaesthetics have antioxidant capacity. OS could negatively impact all forms of major surgery, particularly in elderly patients and patients with comorbidities. This review aims to present the concept and cellular bases of OS and its relationship with the most common complications in the perioperative period of cardiac and non-cardiac surgery, as well as the quantitative determination of the level of OS through serum biomarkers. Furthermore, the effect of anaesthetics on OS and the use of antioxidant therapies in preventing postoperative complications induced by OS are reviewed.

### Abreviaturas:

dROM = derivados de metabolitos oxigenados reactivos.  
EOx = estrés oxidativo.  
ERN = especies reactivas de nitrógeno.  
ERO = especies reactivas de oxígeno.  
FAPO = fibrilación auricular postoperatoria.  
GSH = glutatión reducido.  
HAS = hipertensión arterial sistémica.  
I/R = isquemia-reperfusión.  
NAC = N-acetilcisteína.  
NF-κB = factor de necrosis tumoral kappa B.  
SOD = superóxido dismutasa.  
TIVA = anestesia total intravenosa.  
U Carr = unidades Carratelli.

### INTRODUCCIÓN

El trauma de la cirugía induce respuestas de estrés sistémico que alteran la homeostasis y puede desarrollar complicaciones en el perioperatorio<sup>(1,2)</sup>. En su conjunto, estas respuestas producen complicaciones postoperatorias, en particular en los pacientes de alto riesgo. Los anestésicos tienen la capacidad de disminuir el estrés quirúrgico tanto con anestesia general como con la regional (**Figura 1**). A nivel celular existen dos componentes esenciales en las respuestas al estrés quirúrgico: el proceso inflamatorio y el estrés oxidativo (EOx). Ambos procesos parecen ser comunes a diversas com-

### Palabras clave:

cirugía, estrés oxidativo, perioperatorio, índice de estrés oxidativo, terapia antioxidante.

### Keywords:

surgery, oxidative stress, perioperative, oxidative stress index, antioxidant therapy.

\* Departamento de Anestesia, American British Cowdray Medical Center (Hospital ABC). México.

† Facultad Mexicana de Medicina de la Universidad La Salle. México.

§ Universidad Autónoma Metropolitana. México.

¶ Departamento de Fisiología, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. México.

### Correspondencia:

**Dr. Martín Martínez-Rosas**

**E-mail:** martin.martinez@cardiologia.org.mx

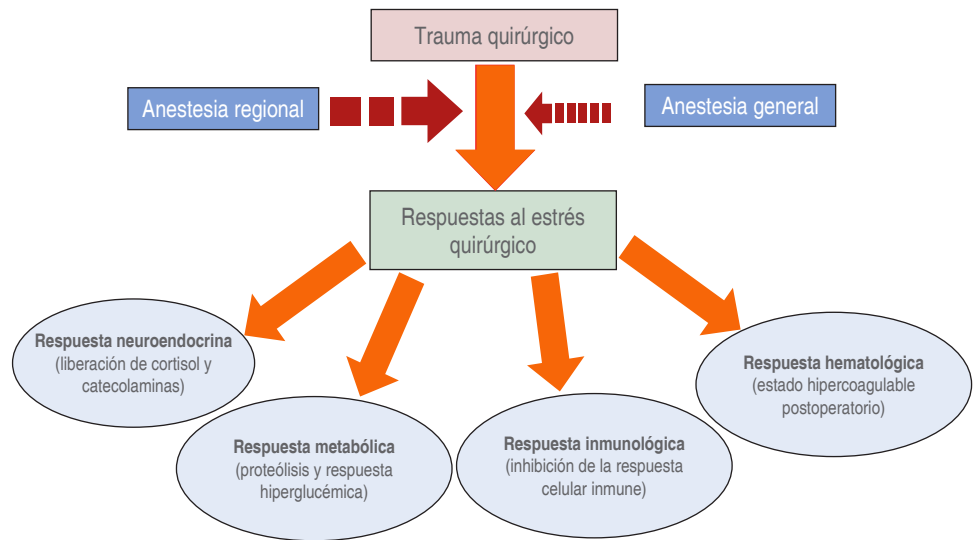
Recibido: 05-10-2023

Aceptado: 14-12-2023



**Figura 1:**

Niveles de respuesta al estrés quirúrgico. Se muestra la relación entre el trauma quirúrgico y las respuestas multisistémicas. Los anestésicos pueden disminuir estas respuestas, siendo la anestesia regional más efectiva que la general.

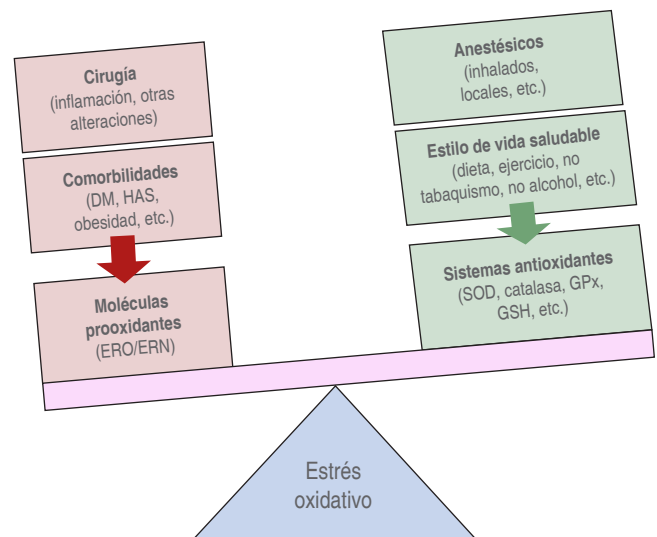


plicaciones posteriores a la cirugía<sup>(3-5)</sup>. El EOX se define como el desequilibrio entre la producción de moléculas prooxidantes como los radicales libres y la capacidad del organismo para inactivarlas a través de sus mecanismos antioxidantes. El EOX interrumpe la señalización y el control del equilibrio óxido-reducción celular, lo que lleva a alteraciones en los mecanismos homeostáticos.

El objetivo de esta revisión es presentar las bases celulares del EOX y su relación con las complicaciones más comunes en el perioperatorio de cirugía cardíaca y no cardíaca, así como la determinación cuantitativa del nivel de EOX mediante el uso de biomarcadores. Finalmente, se revisa el efecto de los anestésicos y la terapia antioxidante en la prevención de las complicaciones postoperatorias inducidas por el EOX.

## EL CONCEPTO DE ESTRÉS OXIDATIVO

La mayor parte de los seres vivos utilizan oxígeno ( $O_2$ ) para respirar y obtener la máxima cantidad de energía. Sin embargo, el  $O_2$  también es fuente de intermediarios parcialmente reducidos que presentan alta reactividad conocidos como radicales libres que son potencialmente dañinos. A nivel celular, estas moléculas pueden derivarse del  $O_2$  y del  $N_2$ . Las especies reactivas de oxígeno (ERO) incluyen al anión superóxido ( $O_2^-$ ), hidroxilo ( $-OH\cdot$ ), el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), así como otros oxiradicales. Las especies reactivas de nitrógeno (ERN) incluyen al anión peroxinitrito ( $ONOO^-$ ) y el anhídrido nitroso ( $N_2O_3$ ). El desbalance entre las moléculas prooxidantes y los sistemas antioxidantes celulares a favor de las prooxidantes, causan el envejecimiento, diversas enfermedades y las complicaciones perioperatorias (Figura 2)<sup>(6)</sup>. Los sistemas antioxidantes incluyen, entre otros, enzimas como superóxido dismutasa (SOD), catalasa y glutatión peroxidasa.



**Figura 2:** Condiciones que regulan el estrés oxidativo durante la cirugía. El desequilibrio a favor de las moléculas prooxidantes (ERO/ERN) que superan la capacidad de los sistemas antioxidantes genera daño celular. Los anestésicos pueden modificar este equilibrio. DM = diabetes mellitus. HAS = hipertensión arterial sistémica. SOD = superóxido dismutasa. GPx = glutatión peroxidasa. GSH = glutatión reducido.

Además, incluyen moléculas reductoras no enzimáticas como el glutatión reducido (GSH), el  $\beta$ -caroteno, la vitamina C, el dinucleótido de nicotinamida adenina reducido (NADH), la nicotinamida adenina dinucleótido fosfato reducido (NADPH), el dinucleótido de flavina adenina reducido ( $FADH_2$ ), entre las más importantes<sup>(6,7)</sup>.

Las ERO y las ERN se forman como resultado del metabolismo celular normal y aumenta su producción en procesos patológicos<sup>(8)</sup>. El desequilibrio en los niveles de estos radicales

libres tiene efectos deletéreos en los lípidos, las proteínas y el ADN<sup>(8,9)</sup>. El grado de desequilibrio óxido-reducción se asocia de manera directa con varias patologías, como enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes y envejecimiento (*Figura 2*).

En el corazón, la sobreproducción de ERO y el EOx se consideran características comunes de diversas enfermedades cardíacas: de la lesión por isquemia-reperfusión (I/R), de la cardiomiopatía inducida por fármacos, de la insuficiencia cardíaca, de la hipertensión arterial sistémica (HAS), entre otras<sup>(10)</sup>. Las ERO alteran directamente la función eléctrica y contráctil del cardiomiocito, modificando las proteínas del acoplamiento excitación-contracción.

### EL ESTRÉS OXIDATIVO EN LA EVALUACIÓN PREOPERATORIA

Entre las condiciones que favorecen la producción de ERO y aumentan la posibilidad de generar EOx, existen varias que son previas a la cirugía y que tienen que ver con el estilo de vida del paciente y las comorbilidades<sup>(11)</sup> (*Figura 3*). Estas condiciones deben considerarse en la medida de lo posible para disminuir el EOx en el perioperatorio, ya que están relacionadas con la enfermedad vascular y la alteración de la actividad vasomotora.

### EL ESTRÉS OXIDATIVO PERIOPERATORIO Y SU MEDICIÓN

El EOx postoperatorio depende de la complejidad de la cirugía, la técnica usada, la secuela de inflamación y la lesión

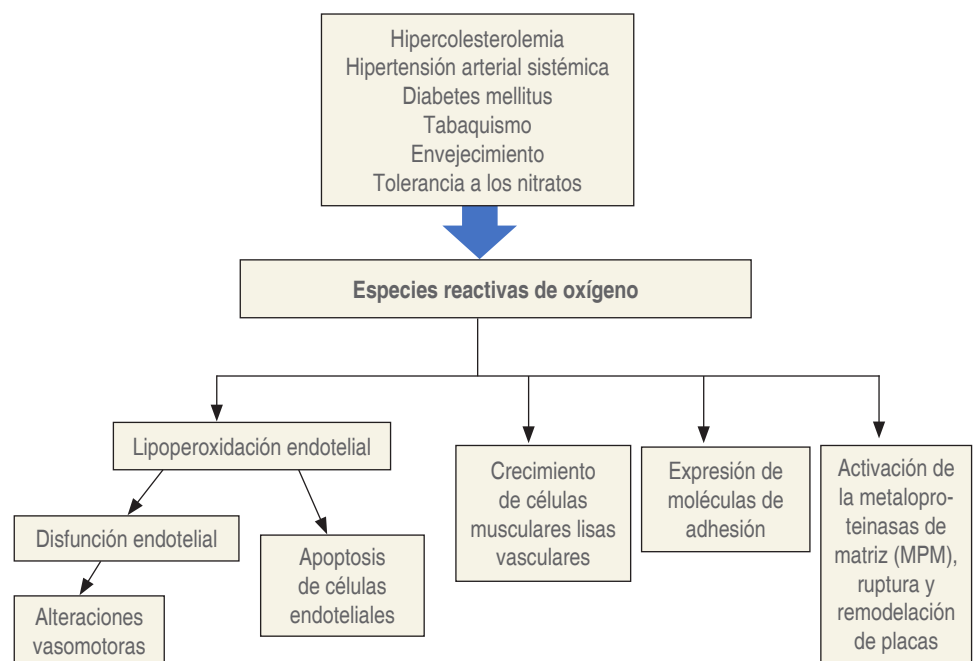
por I/R. La inflamación y el EOx que son aumentados por la lesión de I/R, producen diversas alteraciones (*Figura 4*). En las cirugías más complejas se han encontrado mayores niveles de EOx comparado con las menos invasivas. Esto ha sido demostrado, por ejemplo, en cirugía de aneurismas de aorta abdominal endovascular comparado con cirugía abierta<sup>(12,13)</sup> y en cirugía de coronarias con bomba y sin bomba de circulación extracorpórea<sup>(14,15)</sup>. En un estudio de 132 pacientes que tuvieron ventilación de un solo pulmón (VUSP), la duración de la VUSP correlaciona con el grado de EOx detectado<sup>(16)</sup>. Es posible que el aumento en el EOx sea un factor que contribuya a la ocurrencia de eventos cardiovasculares adversos mayores. Por esta razón, es recomendable un enfoque integral dirigido a reducir el EOx para mejorar los resultados clínicos.

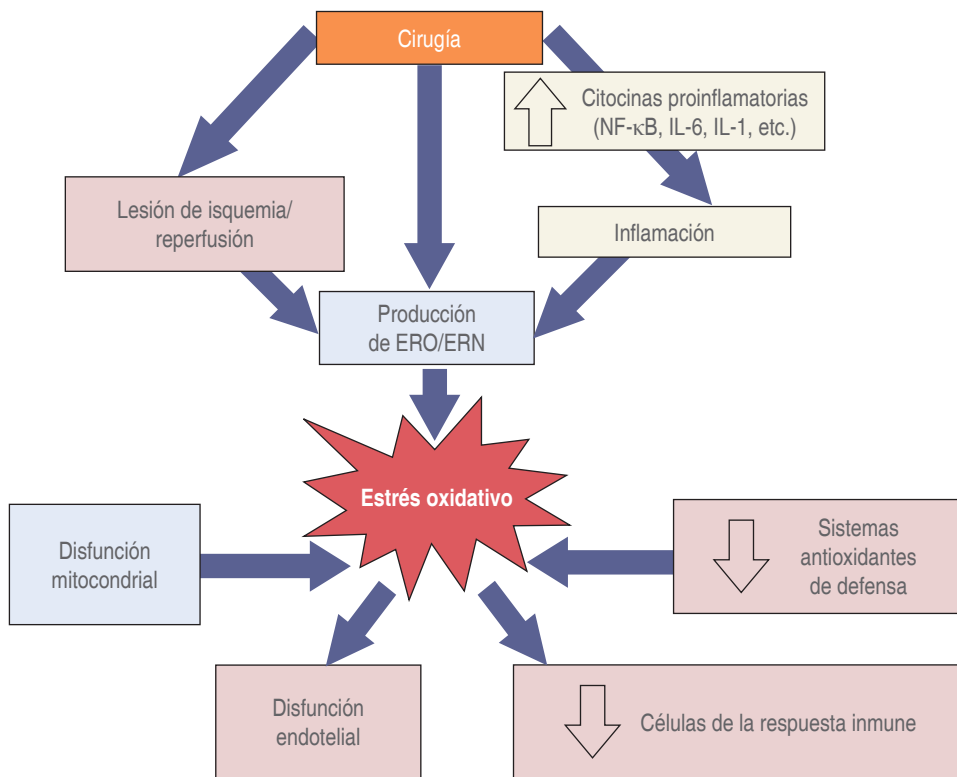
Además, el trauma quirúrgico produce en algunos casos lesión por I/R que aumentan el EOx<sup>(17)</sup>. La lesión por I/R en el perioperatorio ocurre mayormente en trasplantes de órganos, cirugía cardíaca, cirugía hepática y de ortopedia al utilizar torniquetes en las extremidades y pinzamientos vasculares. La I/R induce un aumento en la liberación de ERO que lleva EOx<sup>(18,19)</sup>. El EOx inducido por la I/R se correlaciona con la lesión tisular, retardo en la cicatrización y otras complicaciones postoperatorias.

En general es importante determinar el nivel del EOx en el perioperatorio. El índice de EOx propuesto por Vassalle y colaboradores, en 2008<sup>(20)</sup>, ha demostrado ser un buen cálculo de la relación entre los componentes oxidativos/antioxidantes en el plasma. Para la medición, se utiliza la técnica dROM (derivados de metabolitos oxigenados reactivos) que mide

**Figura 3:**

Evaluación preoperatoria de las condiciones que favorecen el estrés oxidativo en el perioperatorio. Condiciones relacionadas con el estilo de vida y comorbilidades del paciente que deben considerarse en la evaluación preoperatoria. Estas condiciones favorecen la producción de especies reactivas de oxígeno, las cuales llevan a disfunción endotelial, a alteración vasomotora y a otras alteraciones de los vasos sanguíneos.



**Figura 4:**

Una visión panorámica de los mecanismos fisiopatológicos durante la cirugía. La cirugía causa inflamación, estrés oxidativo y lesión por isquemia-reperfusión. Estas respuestas producen alteraciones a diversos niveles que finalmente llevan a la disfunción endotelial que es causa de otras alteraciones durante el perioperatorio. ERO/ERN = especies reactivas de oxígeno/especies reactivas de nitrógeno.

los hidroperóxidos (ROOH) en plasma en unidades Carratelli (U. Carr)<sup>(20)</sup>. La actividad antioxidante se calcula utilizando un procedimiento llamado OXY (*adsorbent test*)<sup>(20)</sup>; ambos métodos son automatizados y comerciales. El rango normal es 250-300 U. Carr, valores superiores a 340 U. Carr son indicativos de EOx en el paciente<sup>(21,22)</sup>.

### EFFECTOS DE LA ANESTESIA SOBRE EL ESTRÉS OXIDATIVO Y EL USO DE TERAPIAS ANTIOXIDANTES

En la sala de operaciones, los anestesiólogos pueden personalizar el manejo anestésico de cada paciente para reducir las complicaciones postoperatorias debidas al EOx. La reducción de las complicaciones se puede conseguir a través de una cuidadosa selección de los agentes anestésicos, las técnicas a utilizar y el manejo de fracción inspirada de oxígeno (FiO<sub>2</sub>) adecuadas. Algunos anestésicos presentan capacidad antioxidante intrínseca, mientras que otros tienen efectos pleiotrópicos (efectos sobre otros sistemas para inhibir la respuesta oxidativa). Recientemente, se ha propuesto el uso de terapias antioxidantes para disminuir el EOx en el perioperatorio. Por otro lado, se ha reportado que el uso de la anestesia con bajos flujos en el perioperatorio, especialmente en los pacientes con comorbilidades, puede reducir la lesión oxidativa en el postoperatorio y acelerar el proceso de recuperación. La anestesia

con bajo flujo y sevoflurano no crea ninguna diferencia en los parámetros hemodinámicos, por lo tanto, se puede usar con seguridad<sup>(23)</sup>. Por otro lado, en el postoperatorio de cirugía cardíaca y no cardíaca, diversos estudios han demostrado resultados promisorios del manejo anestésico preventivo del EOx<sup>(24-26)</sup>. Para esto hay que considerar los efectos específicos oxidantes y antioxidantes de los agentes anestésicos<sup>(2,27,28)</sup>. La mayoría de los anestésicos intravenosos tienen propiedades antioxidantes, mientras que los inhalados aumentan el EOx temporalmente en los procedimientos quirúrgicos de larga duración en cirugías de alto riesgo<sup>(27,28)</sup>. Por ejemplo, la anestesia administrada con desflurano-fentanyl u óxido nítrico aumenta el EOx, el nivel de malondialdehído (MDA), el contenido de carbonilo en las proteínas e inhibe los mecanismos de defensa antioxidante<sup>(29)</sup>. En los procedimientos cortos, los anestésicos inhalados como el sevoflurano no aumentan el EOx<sup>(2,27,28)</sup>. Algunos estudios reportan efectos benéficos de anestésicos con actividad antioxidante como el propofol. Este agente puede disminuir los marcadores de inflamación asociados con la circulación extracorpórea y la lipoperoxidación en adultos<sup>(30)</sup>. En niños sometidos a cirugía cardíaca, el uso del propofol produce menos tiempo de extubación después de la cirugía, además aumenta la actividad de la enzima antioxidante SOD y baja las concentraciones de citocinas proinflamatorias como la IL-6 durante la circulación extracorpórea y después de retirar el pinzamiento de aorta<sup>(31)</sup>.

Está demostrado que el propofol induce una menor infiltración de células inflamatorias y una expresión más baja del factor de necrosis tumoral kappa B (NF- $\kappa$ B) en el tejido miocárdico después de la circulación extracorpórea<sup>(31)</sup>. Por otro lado, la ketamina ha demostrado que causa disfunción mitocondrial y aumento en los niveles de EOX regional y global en el cerebro y en el hígado<sup>(32,33)</sup>. La técnica de anestesia total intravenosa (TIVA) presenta una mejor actividad antioxidante que los anestésicos volátiles inhalados. La TIVA disminuye los marcadores de EOX en cirugías de ortopedia, torácica y cirugía general<sup>(34)</sup>. Comparada con la anestesia inhalada, la TIVA tiene menos efectos en la función inmune y en el EOX en cirugías laparoscópicas y controla más efectivamente la respuesta inflamatoria, acompañada de incidencia más baja de reacciones adversas<sup>(35)</sup>.

Los anestesiólogos se ubican en una posición única para prevenir el EOX, usando preferentemente agentes anestésicos que lo reduzcan y se logren mejores resultados clínicos con pocas complicaciones postoperatorias.

## TERAPIAS ANTIOXIDANTES

El concepto de «antioxidante biológico» se refiere a cualquier compuesto que, cuando está presente a una menor concentración que la de un sustrato oxidable, es capaz de retrasar o impedir la oxidación del sustrato<sup>(36)</sup>. Múltiples estudios han valorado el potencial de las terapias antioxidantes con fármacos no anestésicos: N-acetilcisteína (NAC), estatinas, metformina, resveratrol, melatonina, vitaminas E y C, ácidos grasos omega 3, entre otros.

La NAC ha sido probada extensamente ya que elimina las ERO y baja los niveles del marcador de EOX, MDA. En un estudio en 40 pacientes sometidos a cirugía de las arterias coronarias con circulación extracorpórea y paro cardiopléjico, la NAC (20 mg/kg) demostró que atenúa el EOX<sup>(37)</sup>. Rodríguez y colaboradores<sup>(38)</sup> reportaron que la NAC como aditivo de la cardioplejía sanguínea en pacientes sometidos a cirugía cardíaca puede reducir el EOX y la activación endotelial coronaria. La infusión de NAC provee protección cardíaca al disminuir los niveles de ERO y las concentraciones postoperatorias de marcadores de daño miocárdico (troponina I cardíaca, creatina fosfoquinasa MB) y de citocinas proinflamatorias (TNF- $\alpha$  e IL-1 $\beta$ ) en pacientes adultos sometidos a cirugía electiva para reparación de aneurisma de la aorta abdominal<sup>(39)</sup>. Aún se requieren más estudios para establecer el uso sistematizado de la NAC para inhibir el EOX; sin embargo, hasta ahora representa una opción viable y segura.

Las estatinas han demostrado que reducen los eventos cardiovasculares en pacientes de alto riesgo<sup>(40,41)</sup>. El estudio ARMYDA-3 (*Atorvastatin for Reduction of Myocardial Dysrhythmia After cardiac surgery*) demostró que el tratamiento con atorvastatina previo a la cirugía cardíaca y continuado en

el postoperatorio, disminuye significativamente la incidencia de fibrilación auricular postoperatoria (FAPO)<sup>(42)</sup>. En el caso de la metformina, se ha demostrado un efecto protector en pacientes diabéticos contra la lesión por I/R, ya que produce una reducción en la formación de ERO durante la fase de reperfusión<sup>(43)</sup>. De manera similar, se ha observado que el resveratrol presenta propiedades antiinflamatorias y anti-EOX<sup>(44)</sup>.

La melatonina es otro compuesto con propiedades antioxidantes que ha demostrado efectos benéficos adicionales como ansiólisis, alivio del dolor, prevención de delirio y efectos antiinflamatorios<sup>(45,46)</sup>. Por su parte, el telmisartán es un fármaco con efectos pleiotrópicos que inhiben el EOX<sup>(47)</sup>.

Estudios clínicos han demostrado el potencial benéfico del uso de suplementos antioxidantes exógenos como la vitamina C y la vitamina E. Ambas vitaminas reducen la FAPO y la lesión renal aguda<sup>(48,49)</sup>. El tratamiento antioxidante con NAC y con vitamina C reduce la mortalidad y los eventos adversos en pacientes quirúrgicos<sup>(50)</sup>. La administración de vitaminas y de ácidos grasos omega 3 reduce el EOX, lo que contribuye a la prevención de la FAPO en pacientes sometidos a cirugía cardíaca<sup>(51)</sup>. Brown y asociados<sup>(52)</sup> estudiaron el efecto de la vitamina E y vitamina C en el trasplante de páncreas y mostraron una disminución significativa en las expresiones inflamatorias y oxidativas. Moon y colaboradores<sup>(53)</sup> realizaron un estudio prospectivo y aleatorizado con 132 pacientes programadas para cirugía ginecológica. El estudio mostró requerimientos de opiáceo significativamente más bajos en los grupos que recibieron vitamina C. Jeon y su equipo<sup>(54)</sup> estudiaron 100 pacientes sometidos a colectomía laparoscópica que recibieron vitamina C intravenosa inmediatamente después de la inducción de la anestesia. El resultado fue disminución en los requerimientos de morfina dos horas después de la cirugía en pacientes que habían recibido terapia con antioxidantes, así como menor escala de dolor a las 24 horas.

Las evidencias cada vez son mayores a favor de aprovechar las ventajas de las terapias antioxidantes en la clínica utilizando fármacos no anestésicos que constituyen una estrategia de bajo riesgo y muy alto potencial benéfico.

## CONCLUSIONES

El trauma de la cirugía induce una respuesta de estrés sistémico en la que subyacen procesos inflamatorios y un aumento en los niveles de ERO que llevan a EOX. El EOX desencadenado ha sido correlacionado estrechamente con la extensión del procedimiento quirúrgico y está relacionado con resultados clínicos adversos y aumento en las complicaciones postoperatorias. En la actualidad, el aumento en la edad de los pacientes que se someten a cirugías lleva implícita una probabilidad mayor de deterioro, además de la polifarmacia y las comorbilidades que se presentan. De manera que los anestesiólogos enfrentan un reto para evitar las



complicaciones, en particular las producidas por el EOx. En este escenario se requiere, por lo tanto, implementar técnicas para determinar biomarcadores séricos que indiquen el grado de EOx. Algunos agentes anestésicos tienen el potencial de inducir EOx y otros presentan efecto antioxidante significativo como lo demuestran estudios en la práctica clínica. Dado el

impacto que los anestesiólogos pueden dar en la seguridad del paciente, es importante controlar el EOx inducido por la anestesia. La recuperación postoperatoria depende del grado de EOx desarrollado previamente. La reducción del EOx con agentes farmacológicos antioxidantes puede ser efectiva para disminuir las complicaciones en el postoperatorio.

## REFERENCIAS

1. Finnerty CC, Mabvuure NT, Ali A, Kozar RA, Herndon DN. The surgically induced stress response. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2013;37:21S-9S. doi: 10.1177/0148607113496117.
2. Stevens JL, Feelisch M, Martin DS. Perioperative oxidative stress: An unseen enemy. *Anesth Analg.* 2019;129:1749-1760.
3. Iwasaki M, Edmondson M, Sakamoto A, Ma D. Anesthesia, surgical stress, and "long-term" outcomes. *Acta Anaesthesiol Taiwan.* 2015;53:99-104.
4. Schwarz C, Fitschek F, Bar-Or D, Klaus DA, Tudor B, Fleischmann E, et al. Inflammatory response and oxidative stress during liver resection. *PLoS One.* 2017;12:e0185685. doi: 10.1371/journal.pone.0185685.
5. Cusack B, Buggy DJ. Anaesthesia, analgesia, and the surgical stress response. *BJA Educ.* 2020;20:321-328. doi: 10.1016/j.bjae.2020.04.006.
6. Sies H, Berndt C, Jones DP. Oxidative stress. *Annu Rev Biochem.* 2017;86:715-748. doi: 10.1146/annurev-biochem-061516-045037.
7. Jones DP. Redox theory of aging. *Redox Biol.* 2015;5:71-79. doi: 10.1016/j.redox.2015.03.004.
8. Lushchak VI, Lushchak O. Interplay between reactive oxygen and nitrogen species in living organisms. *Chem Biol Interact.* 2021;349:109680. doi: 10.1016/j.cbi.2021.109680.
9. Oyewole AO, Birch-Machin MA. Mitochondria-targeted antioxidants. *FASEB J.* 2015;29:4766-4771. doi: 10.1096/fj.15-275404.
10. Kietzmann T, Petry A, Shvetsova A, Gerhold JM, et al. The epigenetic landscape related to reactive oxygen species formation in the cardiovascular system. *Br J Pharmacol.* 2017;174:1533-1554.
11. Niemann B, Rohrbach S, Miller MR, Newby DE, et al. Oxidative stress and cardiovascular risk: obesity, diabetes, smoking, and pollution: part 3 of a 3-part series. *J Am Coll Cardiol.* 2017;70:230-251.
12. Aivattidi C, Vourliotakis G, Georgopoulos S, Sigala F, et al. Oxidative stress during abdominal aortic aneurysm repair—biomarkers and antioxidant's protective effect: a review. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2011;15:245-252.
13. Arsalani-Zadeh R, Ullah S, Khan S, MacFie J. Oxidative stress in laparoscopic versus open abdominal surgery: a systematic review. *J Surg Res.* 2011;169:e59-e68.
14. Biglioli P, Cannata A, Alamanni F, et al. Biological effects of off-pump vs. on-pump coronary artery surgery: focus on inflammation, hemostasis and oxidative stress. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003;24:260-269.
15. Gerritsen WB, van Boven WJ, Driessen AH, Haas FJ, et al. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass grafting: oxidative stress and renal function. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2001;20:923-929.
16. Misthos P, Katsaragakis S, Theodorou D, Milingos N, Skottis I. The degree of oxidative stress is associated with major adverse effects after lung resection: a prospective study. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;29:591-595.
17. Baysal Z, Togrul T, Aksoy N, Cengiz M, et al. Evaluation of total oxidative and antioxidative status in pediatric patients undergoing laparoscopic surgery. *J Pediatr Surg.* 2009;44:1367-1370. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2008.11.031.
18. Smith TO, Hing CB. Is a tourniquet beneficial in total knee replacement surgery? A meta-analysis and systematic review. *Knee.* 2010;17:141-147.
19. Toro-Pérez J, Rodrigo R. Contribution of oxidative stress in the mechanisms of postoperative complications and multiple organ dysfunction syndrome. *Redox Rep.* 2021;26:35-44.
20. Vassalle C. An easy and reliable automated method to estimate oxidative stress in the clinical setting. *Methods Mol Biol.* 2008;477:31-39.
21. Pigazzani F, Gorni D, Dyar KA, Pedrelli M, et al. The prognostic value of derivatives-reactive oxygen metabolites (d-ROMs) for cardiovascular disease events and mortality: a review. *Antioxidants (Basel).* 2022;11:1541. doi: 10.3390/antiox11081541.
22. Gaggini M, Sabatino L, Vassalle C. Conventional and innovative methods to assess oxidative stress biomarkers in the clinical cardiovascular setting. *Biotechniques.* 2020;68:223-231. doi: 10.2144/btn-2019-0138.
23. Kasikara H, Dumanli Ozcan AT, Bicer CK, et al. The effect of low flow anesthesia with sevoflurane on oxidative status: A prospective, randomized study. *Saudi Med J.* 2022;43:227-235.
24. Akin F, Kozanhan B, Deniz CD, Sahin O, et al. Effects of the anesthesia technique used during cesarean section on maternal-neonatal thiol disulfide homeostasis. *Minerva Anesthesiol.* 2019;85:1175-1183.
25. Kaya-Ugur B, Erkuclu I, Saracaloglu A, Geyik AM, et al. Comparison of serum dynamic thiol/disulphide homeostasis and nitric oxide levels of total intravenous vs inhaled anaesthesia in endoscopic transsphenoidal pituitary surgery. *Int J Clin Pract.* 2021;75:e14485.
26. Tsuchiya M, Shiimoto K, Mizutani K, Fujioka K, Suehiro K, Yamada T, et al. Reduction of oxidative stress a key for enhanced postoperative recovery with fewer complications in esophageal surgery patients: randomized control trial to investigate therapeutic impact of anesthesia management and usefulness of simple blood test for prediction of high-risk patients. *Medicine (Baltimore).* 2018;97:e12845.
27. Kundovic SA, Rasic D, Popovic L. Oxidative stress under general intravenous and inhalation anaesthesia. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2020;71:169-177.
28. Li Volti G, Basile F, Murabito P, Galvano F, et al. Antioxidant properties of anesthetics: the biochemist, the surgeon and the anesthetist. *Clin Ter.* 2008;159:463-469.
29. Sivaci R, Kahraman A, Serteser M, Sahin DA, Dilek ON. Cytotoxic effects of volatile anesthetics with free radicals undergoing laparoscopic surgery. *Clin Biochem.* 2006;39:293-298.
30. Zhang SH, Wang SY, Yao SL. Antioxidative effect of propofol during cardiopulmonary bypass in adults. *Acta Pharmacol Sin.* 2004;25:334-340.
31. Xia WF, Liu Y, Zhou QS, Tang QZ, Zou HD. Protective effect of propofol and its relation to postoperation recovery in children undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Pediatr Cardiol.* 2011;32:940-946.
32. Venancio C, Félix L, Almeida V, et al. Acute ketamine impairs mitochondrial function and promotes superoxide dismutase activity in the rat brain. *Anesth Analg.* 2015;120:320-328.
33. Kalkan Y, Tomak Y, Altuner D, et al. Hepatic effects of ketamine administration for 2 weeks in rats. *Hum Exp Toxicol.* 2014;33:32-40.
34. Erturk E, Topaloglu S, Dohman D, et al. The comparison of the effects of sevoflurane inhalation anesthesia and intravenous propofol anesthesia on oxidative stress in one lung ventilation. *Biomed Res Int.* 2014;2014:360936.
35. Senoner T, Velik-Salchner C, Luckner G, Tauber H. Anesthesia-induced oxidative stress: are there differences between intravenous and inhaled anesthetics? *Oxid Med Cell Longev.* 2021;2021:8782387.
36. Halliwell B, Gutteridge JM, Cross CE. Free radicals, antioxidants, and human disease: where are we now? *J Lab Clin Med.* 1992;119:598-620.

37. Tossios P, Bloch W, Huebner A, Raji MR, Dodos F, Klass O, et al. N-acetylcysteine prevents reactive oxygen species-mediated myocardial stress in patients undergoing cardiac surgery: results of a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;126:1513-1520. doi: 10.1016/s0022-5223(03)00968-1.
38. Rodrigues AJ, Evora PR, Bassotto S, Alves L Jr, et al. Blood cardioplegia with N-acetylcysteine may reduce coronary endothelial activation and myocardial oxidative stress. *Heart Surg Forum.* 2009;12:E44-E48. doi: 10.1532/HSF98.20081134.
39. Mahmoud KM, Ammar AS. Effect of N-acetylcysteine on cardiac injury and oxidative stress after abdominal aortic aneurysm repair: a randomized controlled trial. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011;55:1015-1021. doi: 10.1111/j.1399-6576.2011.02492.x.
40. Liakopoulos OJ, Kuhn EW, Slottosch I, Wassmer G, Wahlers T. Preoperative statin therapy for patients undergoing cardiac surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(4):CD008493. doi: 10.1002/14651858.CD008493.pub2. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;(8):CD008493.
41. Shroff GR, Orlandi QG. Letter by Shroff and Orlandi regarding article, "Randomized trial of atorvastatin for reduction of postoperative atrial fibrillation in patients undergoing cardiac surgery: results of the ARMYDA-3 (Atorvastatin for Reduction of Myocardial Dysrhythmia After Cardiac Surgery) study". *Circulation.* 2007;115:e404; author reply e405. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.677708.
42. Liu A, Wu Q, Guo J, et al. Statins: adverse reactions, oxidative stress and metabolic interactions. *Pharmacol Ther.* 2019;195:54-84.
43. Bridges HR, Jones AJ, Pollak MN, Hirst J. Effects of metformin and other biguanides on oxidative phosphorylation in mitochondria. *Biochem J.* 2014;462:475-487.
44. Chung JH, Manganiello V, Dyck JR. Resveratrol as a calorie restriction mimetic: therapeutic implications. *Trends Cell Biol.* 2012;22:546-554.
45. Mowafi HA, Ismail SA. Melatonin improves tourniquet tolerance and enhances postoperative analgesia in patients receiving intravenous regional anesthesia. *Anesth Analg.* 2008;107:1422-1426.
46. Reiter RJ, Mayo JC, Tan DX, Sainz RM, Alatorre-Jimenez M, Qin L. Melatonin as an antioxidant: under promises but over delivers. *J Pineal Res.* 2016;61:253-278.
47. Nakano A, Hattori Y, Aoki C, Jojima T, Kasai K. Telmisartan inhibits cytokine-induced nuclear factor-kappaB activation independently of the peroxisome proliferator-activated receptor-gamma. *Hypertens Res.* 2009;32:765-769.
48. Geng J, Qian J, Si W, Cheng H, Ji F, Shen Z. The clinical benefits of perioperative antioxidant vitamin therapy in patients undergoing cardiac surgery: a meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2017;25:966-974. doi: 10.1093/icvts/ivx178.
49. Ali- Hasan- Al- Saegh S, Mirhosseini SJ, Tahernejad M, Mahdavi P, Shahidzadeh A, Karimi-Bondarabadi AA, et al. Impact of antioxidant supplementations on cardio-renal protection in cardiac surgery: an updated and comprehensive meta-analysis and systematic review. *Cardiovasc Ther.* 2016;34:360-370.
50. Pedersen SS, Fabritius ML, Kongebro EK, Meyhoff CS. Antioxidant treatment to reduce mortality and serious adverse events in adult surgical patients: A systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2020. doi: 10.1111/aas.13752.
51. Petersen F, Rodrigo R, Richter M, Kostin S. The effects of polyunsaturated fatty acids and antioxidant vitamins on atrial oxidative stress, nitrotyrosine residues, and connexins following extracorporeal circulation in patients undergoing cardiac surgery. *Mol Cell Biochem.* 2017;433:27-40.
52. Brown ML, Braun M, Cicalese L, Rastellini C. Effect of perioperative antioxidant therapy on suboptimal islet transplantation in rats. *Transplant Proc.* 2005;37:217-219.
53. Moon S, Lim SH, Cho K, Kim MH, Lee W, Cho YH. The efficacy of vitamin C on postlaparoscopic shoulder pain: A double-blind randomized controlled trial. *Anesth. Pain Med.* 2019;14:202-207.
54. Jeon Y, Park JS, Moon S, Yeo J. Effect of intravenous high dose vitamin c on postoperative pain and morphine use after laparoscopic colectomy: a randomized controlled trial. *Pain Res Manag.* 2016;2016:9147279.



# El oxímetro de pulso: más información de la que pensamos

*The pulse oximeter: more information than we think*

Dr. Gastón Daniel Martínez-Sedas\*

**Citar como:** Martínez-Sedas GD. El oxímetro de pulso: más información de la que pensamos. Rev Mex Anesthesiol. 2024; 47 (1): 30-34. <https://dx.doi.org/10.35366/114094>

**RESUMEN.** El oxímetro de pulso, un dispositivo común en diferentes áreas hospitalarias, sobre todo en áreas críticas, es utilizado la mayoría de las ocasiones para evaluar el estado respiratorio del paciente; sin embargo, la evidencia actual muestra que este dispositivo nos puede brindar información valiosa del comportamiento hemodinámico, la respuesta del sistema nervioso autónomo y la terapéutica que se realiza al paciente crítico. Es por este motivo, que conocer los fundamentos de la oximetría, los valores más allá de la oxigenación como la forma de onda pletismográfica y el índice de perfusión resulta en una cantidad de información importante para la toma de decisiones y la respuesta a los tratamientos realizados.

**ABSTRACT.** The pulse oximeter, a common device in different hospital areas, especially in critical areas, is used most of the time to assess the patient's respiratory status; however, current evidence shows that this device can provide us with valuable information on hemodynamic behavior, the response of the autonomic nervous system, and the therapy given to critically ill patients. It is for this reason that knowing the fundamentals of oximetry, values beyond oxygenation such as the plethysmographic waveform and the perfusion index results in an important amount of information for decision making and the response to the treatments performed.

## INTRODUCCIÓN

Es evidente la creciente necesidad de mejorar los métodos de monitorización en los pacientes hospitalizados en áreas críticas desde la sala de urgencias hasta aquellos con necesidad de tratamiento quirúrgico y aquellos que ingresan en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). También es cierto que no en todos los centros hospitalarios del país cuentan con los equipos biomédicos de última generación para realizar el monitoreo de pacientes críticos. El oxímetro de pulso, dispositivo con el que se cuenta en la mayoría de los centros hospitalarios en áreas de urgencia, quirófano y unidades de cuidados intensivos, nos proporciona información de la oxemia, la respuesta a volumen, la respuesta a manejo analgésico y la perfusión, con lo que podemos obtener información más allá de lo habitual. Es por eso que se realiza una revisión de la literatura de 16 artículos en buscadores como PubMed, y bases de datos como ClinicalKey, ScienceDirect, UpToDate, SpringerLink, para conocer a fondo las utilidades que podemos dar al oxímetro de pulso y así optimizar un recurso, con

el que cuenta la gran mayoría de las áreas críticas, basado en la evidencia científica disponible.

## PRINCIPIOS DE LA OXIMETRÍA DE PULSO

Es una técnica que mide la saturación de oxígeno arterial (SaO<sub>2</sub>) mediante un monitoreo no invasivo y continuo, teniendo como objetivo principal detectar episodios de hipoxemia que no se pueden detectar por datos clínicos, recordando que la cianosis suele apreciarse hasta que se alcanza un nivel de SaO<sub>2</sub> ≤ 80%<sup>(1)</sup>.

El oxímetro de pulso funciona a partir de la espectrofotometría para medir el porcentaje de saturación de la oxihemoglobina y la fotopletismografía para diferenciar la sangre arterial de la venosa. El oxímetro de pulso compara las características de la absorción de luz de dos longitudes de onda:

- Onda roja = 660 nanómetros
- Onda infrarroja = 940 nanómetros

### Palabras clave:

oximetría, onda pletismográfica, índice de perfusión, paciente crítico.

### Keywords:

oximetry, plethysmographic waveform, perfusion index, critical patient.

\* Médico Anestesiólogo.

Médico Residente de Medicina Crítica. Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, ISSSTE. Ciudad de México.

### Correspondencia:

Dr. Gastón Daniel Martínez-Sedas

E-mail: [daniel.rebel13@gmail.com](mailto:daniel.rebel13@gmail.com)

Recibido: 10-02-2023

Aceptado: 13-07-2023





La oxihemoglobina ( $\text{HbO}_2$ ) absorbe menos luz roja que infrarroja y la hemoglobina reducida absorbe más luz roja; por lo tanto, el oxímetro de pulso mide el porcentaje de oxígeno unido a la hemoglobina.

El mecanismo de esta medición se explica por la ley de Beer,<sup>(2)</sup> en la cual se relaciona la intensidad de la luz que atraviesa una solución con la concentración de solutos en dispersión en ella. El sensor del oxímetro de pulso consta de dos diodos emisores de luz y un fotodetector que se colocan en lados opuestos de un lecho tisular. La intensidad de luz que llega al fotodetector puede determinar la intensidad de luz absorbida por la hemoglobina; la absorción de cada longitud de onda varía cíclicamente con el pulso y estas variaciones son detectadas por el fotodetector con mayor o menor intensidad de luz. La variación entre la absorción durante la sístole y la diástole hace una estimación de la saturación arterial. Los valores de la intensidad de la luz son convertidos a valores de saturación periférica de oxígeno ( $\text{SpO}_2$ ) mediante el procesamiento analógico y digital de la señal en el monitor.

### PRECISIÓN DE LA OXIMETRÍA DE PULSO

La precisión de la oximetría de pulso es evaluada a partir de la diferencia entre la  $\text{SpO}_2$  medida por el oxímetro de pulso y los valores medidos por cooximetría, es decir, la saturación arterial de oxígeno ( $\text{SaO}_2$ ) el cual es el patrón de oro. En su gran mayoría, los fabricantes de oxímetros de pulso afirman una precisión de 2% que es la desviación estándar de las diferencias entre  $\text{SpO}_2$  y  $\text{SaO}_2$ . Con esto, la oximetría de pulso permite la detección de una caída de  $\text{SpO}_2$  de 3 a 4% en pacientes durante la anestesia o en la UCI<sup>(3)</sup>. En 2022, en una revisión sistemática realizada por Poorzargar y colaboradores<sup>(4)</sup> en la que incluyeron 22 estudios, refieren que 75% de los oxímetros se consideran precisos en pacientes con mala perfusión y que la colocación en el lóbulo de la oreja parece más sensible que en la punta de los dedos.

Las indicaciones para realizar el monitoreo de oximetría de pulso son<sup>(5)</sup>:

1. Enfermedades cardiorrespiratorias agudas o crónicas agudizadas: enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), asma, insuficiencia cardíaca.
2. Disminución del estado de conciencia: paciente sedado, traumatismo craneoencefálico, intoxicación.
3. Estado de choque.

Hasta el momento, se ha referido la información de la oximetría de pulso más conocida por los médicos de áreas críticas como los de la sala de urgencias, anestesiólogos o intensivistas; sin embargo, existen usos que pocas veces se revisan en la literatura general.

### Tono vascular basado en curva de fotopletismografía

La curva de presión pletismográfica tiene un componente sistólico y otro diastólico similar a la presión de pulso y la forma de onda Doppler; de esta manera, los cambios en la elasticidad de la pared aórtica y el tono vascular impactan en la forma de la onda pletismográfica, por lo tanto, se puede correlacionar con el estado del sistema vascular de una manera simple y no invasiva. Esto resulta importante puesto que los pacientes con ventilación mecánica invasiva usan oxímetros de manera continua, pero la aplicación clínica de la onda de pletismografía se usa muy poco<sup>(6)</sup>.

La hipovolemia e hipervolemia, además de la hipotensión por vasodilatación, se asocian con alta mortalidad, por lo que es de gran relevancia clínica poder determinar el estado de volemia y el tono vascular para definir cuál es la estrategia de intervención adecuada para el paciente y la onda pletismográfica es una herramienta no invasiva a la cabecera del paciente. Las variaciones de dicha curva se observan en la *Figura 1*.

### Respuesta a volumen

Se cree que, al ser modificado por el gasto cardíaco y el tono vasomotor, el índice de perfusión pletismográfica puede ser un indicador del gasto cardíaco. En 2020, Lian y colaboradores<sup>(7)</sup> realizaron un estudio retrospectivo en el que incluyeron 55 pacientes con choque séptico y evaluaron la respuesta a volumen, comparando índice cardíaco con el índice de perfusión. El valor de corte óptimo del delta de índice de perfusión para el diagnóstico de respondedor a líquidos fue un aumento de 33.1%, lo que resultó en una sensibilidad de 75.9%, una especificidad de 73.3% y un valor predictivo negativo de 80.1% con un valor de  $p < 0.001$ .

En 2021, Beurton y asociados<sup>(8)</sup> realizaron un estudio prospectivo en 72 pacientes cuyo objetivo fue probar si los cambios de índice de perfusión podrían detectar la respuesta a volumen en una prueba de elevación pasiva de extremidades. En este estudio se concluyó que un aumento del índice de perfusión  $> 9\%$  podría diagnosticar una respuesta positiva, ya que se correlaciona con un incremento del índice cardíaco  $> 10\%$  con una sensibilidad de 91%, una especificidad de 79%, un valor predictivo positivo de 80% y un valor predictivo negativo de 91%.

En el año 2021, Hasanin y su equipo<sup>(9)</sup> realizaron un estudio observacional, prospectivo, en 57 pacientes del Hospital de Enseñanza del Cairo en el que su objetivo principal fue investigar la capacidad del índice de perfusión para detectar la respuesta a líquidos mediante un reto de 200 mL en pacientes con choque séptico con infusión de norepinefrina. En este estudio, se encontró que un incremento  $\geq 5\%$  después de 200 mL de reto de líquidos tiene una sensibilidad de 76% y una

Estado vascular	Vasoconstricción		Normal	Vasodilatación		
Forma de onda						
Tono vascular	Severa	Moderada	Normal	Leve	Moderada	Severa
Amplitud	↓↓↓	↓↓	=	↑	↑↑	↑↑↑
Posición de onda dicrotica	↑↑↑	↑↑	=	↓	↓↓	↓↓↓
Índice de reflexión	↑↑↑	↑↑	=	↓	↓↓	↓↓↓
Índice de perfusión	↓↓↓	↓↓	=	↑	↑↑	↑↑↑
Índice de rigidez	↓↓↓	↓↓	=	↑	↑↑	↑↑↑

**Figura 1:** Variaciones de la onda de pletismografía.Adaptada de: Tusman G, et al<sup>(6)</sup>.

especificidad de 80% para detectar pacientes respondedores a volumen en choque séptico.

En 2019, De Courson y su grupo<sup>(10)</sup> realizaron un estudio observacional, monocéntrico en Francia, que involucró 47 pacientes neuroquirúrgicos, principalmente por tumores cerebrales, en el que su objetivo fue evaluar la relación entre los cambios en el índice de perfusión y el volumen sistólico posterior a elevación pasiva de extremidades y reto de líquidos. De acuerdo con los resultados de este estudio, un incremento en el índice de perfusión > 9% detectó una respuesta positiva a la elevación pasiva de extremidades inferiores con una sensibilidad de 91% y una especificidad de 79%; además, se encontró que un aumento ≥ 26% durante la elevación pasiva de extremidades predijo una disminución del volumen sistólico > 30% con una sensibilidad de 83% y especificidad del 78%.

### ANESTESIOLOGÍA E ÍNDICE DE PERFUSIÓN PERIFÉRICA

Además de las funciones mencionadas en otros apartados, para los anestesiólogos resulta fundamental aprovechar el mayor beneficio y eficacia de los dispositivos con los que contamos, por lo que aquí se describen algunos usos del índice de perfusión en el perioperatorio.

En el año 2007, Ginosar y colegas<sup>(11)</sup> realizaron un estudio prospectivo en el que incluyeron a 29 pacientes a los que se les realizó un bloqueo epidural. La hipótesis de este estudio fue que el aumento en el índice de perfusión (IP) en el dedo del pie puede proporcionar evidencia más temprana y clara de la vasodilatación provocada por la simpatetomía del bloqueo epidural en comparación con la temperatura cutá-

nea y la disminución de la presión arterial. Los resultados encontraron que, a los 20 minutos de realizado el bloqueo epidural, el IP aumentó 326%, en comparación con una disminución de 10% de la tensión arterial media y un aumento de 3% de la temperatura; concluyen que el IP es un indicador más temprano, más claro y más sensible del inicio de simpatetomía en el bloqueo epidural que la temperatura o la presión arterial media.

En 2017, Abdelnasser y colaboradores<sup>(12)</sup> realizaron un estudio prospectivo, observacional en el que el objetivo fue evaluar el IP como predictor del éxito en el bloqueo del nervio supraclavicular en comparación con la evaluación neurológica; además de establecer el punto de corte del IP para detectar la eficacia del bloqueo. Este estudio incluyó 70 pacientes a los que se les realizó bloqueo del nervio supraclavicular ecoguiado, determinando un punto de corte > 3.3 en el IP para una sensibilidad y especificidad del 100% en la predicción de éxito de este bloqueo, reportando que ningún paciente a los que se determinó que era efectivo el bloqueo necesitó anestesia general.

En el año 2021, Agerskov y asociados<sup>(13)</sup> demostraron que un IP intraoperatorio bajo se asociaba con complicaciones postoperatorias severas o muerte en cirugías de alto riesgo. Para esto realizaron un estudio retrospectivo observacional de cohortes multicéntrico en el que se incluyeron 1,338 pacientes, de los cuales, 456 tuvieron cirugía abdominal de alto riesgo y 882 fractura de cadera. Los pacientes con un IP < 0.5 tuvieron una mortalidad de 19% a los 30 días. En contraste con los pacientes con un IP > 0.5 intraoperatorio en los que la mortalidad a los 30 días fue de 10% con un valor de  $p = 0.003$ ; además, la presión arterial media < 65 mmHg no se asoció significativamente con complicaciones graves o muerte.

## EVALUACIÓN DE DOLOR MEDIANTE ÍNDICE DE PERFUSIÓN

Se ha descrito que los pacientes críticos padecen dolor dentro de la UCI. Como refiere Molina y su grupo,<sup>(14)</sup> cerca de 50% de los pacientes críticos experimentan dolor. Esto es comprensible ya que resulta complicado interpretar los signos que el paciente manifiesta en respuesta al dolor cuando éste se encuentra en sedación profunda, bloqueo neuromuscular y/o apoyo mecánico ventilatorio.

Es por eso que una herramienta objetiva y que puede orientarnos a tratar el dolor también la encontramos en el índice de perfusión como mostraremos a continuación.

En 2012, Hamunen y colaboradores<sup>(15)</sup> realizaron un ensayo clínico en 29 pacientes sanos en los que se aplicaron tres estímulos nociceptivos: calor a 43 y 48 °C y frío mediante inmersión en agua. Los parámetros a evaluar fueron el estado del sistema nervioso autónomo (ANSS), el índice ANSS (ANSSi), el índice pletismográfico quirúrgico (SPI), la amplitud de la curva de fotopletismografía y la frecuencia cardíaca. Los tres estímulos aumentaron los valores de frecuencia cardíaca, ANSSi y SPI; disminuyeron significativamente los valores de la curva de fotopletismografía y ANSS con un valor de  $p < 0.001$  para todos. Se concluyó que los parámetros derivados del fotopletismógrafo son adecuados para estudiar la activación del sistema nervioso autónomo.

En el año 2017, Hasanin y asociados<sup>(16)</sup> realizaron un ensayo prospectivo, observacional, en 87 pacientes postquirúrgicos que fueron admitidos en la UCI con sedación, pero no intubados, cuyo objetivo fue investigar la utilidad del IP en la evaluación del dolor mediante la relación entre el IP y el *Behavioral Pain Scale-No intubated* (BPS-NI) después de la aplicación de un estímulo doloroso, en este caso, la movilización del paciente. El mejor parámetro para detectar un cambio de tres puntos en el BPS-NI fue el IP con un valor de corte de 0.7 con una sensibilidad de 69%

y especificidad de 85% y valor de  $p < 0.001$ . El IP no tuvo correlación con valores como la frecuencia cardíaca, la presión arterial sistólica o diastólica. Se concluye que existe una buena correlación en pacientes críticos no intubados en la disminución del IP (0.7) y la puntuación del BPS-NI al aplicar un estímulo doloroso.

## CONCLUSIONES

En la actualidad es fundamental realizar un análisis de la situación clínica en la que se encuentra el paciente en estado crítico; sin embargo, muchas áreas hospitalarias no cuentan con monitoreo avanzado que refleje en tiempo real la situación clínica del mismo. Una de estas áreas, en la gran mayoría de centros hospitalarios de México, es el quirófano, en la que el anestesiólogo optimiza al máximo los recursos disponibles. Una herramienta tomada en cuenta en pocas ocasiones es el oxímetro de pulso y sus valores más allá de los valores correspondientes a la oxigenación.

Al tener conocimiento de los beneficios al evaluar el estado hemodinámico, la perfusión periférica, la respuesta simpática, entre otros, podemos ofrecer un manejo objetivo de las condiciones antes mencionadas.

Es fundamental que el paciente en estado crítico en cualquier área reciba un manejo óptimo y un dispositivo tan común como el oxímetro, utilizado de una manera juiciosa conjuntándolo con el análisis y exploración clínica del paciente, nos ayuda a monitorear de forma dinámica variables como el tono simpático a partir de la onda pletismográfica, la respuesta a manejo analgésico y la perfusión por el índice de perfusión, así como la respuesta a volumen otorgándole un valor mayor al monitoreo mediante este dispositivo. La evidencia actual respalda los usos ya comentados, comenzar a aplicarlos y realizar nuevos ensayos clínicos para optimizar estas variables es el siguiente paso para optimizar el manejo y monitoreo de pacientes en áreas críticas como lo es el quirófano.

## REFERENCIAS

1. de la Quintana B. Monitorización en anestesia, cuidados críticos y medicina de urgencias. Madrid: Elsevier; 2004.
2. Aldrete JA. Texto de anestesiología teórico-práctico. México: Manual Moderno; 2004.
3. Nitzan M, Romem A, Koppel R. Pulse oximetry: fundamentals and technology update. *Med Devices (Auckl)*. 2014;7:231-239.
4. Poorzargar K, Pham C, Ariaratnam J, Lee K, Parotto M, Englesakis M, et al. Accuracy of pulse oximeters in measuring oxygen saturation in patients with poor peripheral perfusion: a systematic review. *J Clin Monit Comput*. 2022;36:961-973.
5. Jiménez Murillo L, Montero Pérez FJ. Medicina de urgencias y emergencias. 6a ed. España: Elsevier; 2018.
6. Tusman G, Bohm SH, Suarez-Sipmann F. Advanced uses of pulse oximetry for monitoring mechanically ventilated patients. *Anesth Analg*. 2017;124:62-71.
7. Lian H, Wang X, Zhang Q, Zhang H, Liu D. Changes in perfusion can detect changes in the cardiac index in patients with septic shock. *J Int Med Res*. 2020;48:300060520931675.
8. Beurton A, Gavelli F, Teboul JL, De Vita N, Monnet X. Changes in the plethysmographic perfusion index during an end-expiratory occlusion detect a positive passive leg raising test. *Crit Care Med*. 2020;49:e151-e160.
9. Hasanin A, Karam N, Mukhtar AM, Habib SF. The ability of pulse oximetry-derived peripheral perfusion index to detect fluid responsiveness in patients with septic shock. *J Anesth*. 2021;35:254-261.
10. de Courson H, Michard F, Chavignier C, Verchere E, Nouette-Gaulain K, Biais M. Do changes in perfusion index reflect changes in stroke volume during preload-modifying manoeuvres? *J Clin Monit Comput*. 2020;34:1193-1198.

11. Ginosar Y, Weiniger CF, Meroz Y, Kurz V, Bdolah-Abram T, Babchenko A et al. Pulse oximeter perfusion index as an early indicator of sympathectomy after epidural anesthesia. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2009;53:1018-1026.
12. Abdelnasser A, Abdelhamid B, Elsonbaty A, Hasanin A, Rady A. Predicting successful supraclavicular brachial plexus block using pulse oximeter perfusion index. *Br J Anaesth*. 2017;119:276-280.
13. Agerskov M, Thusholdt ANW, Holm-Sorensen H, Wiberg S, Meyhoff CS, Hojlund J, et al. Association of the intraoperative peripheral perfusion index with postoperative morbidity and mortality in acute surgical patients: a retrospective observational multicentre cohort study. *Br J Anaesth*. 2021;127:396-404.
14. Molina-Galeote J, Patiño-Arreola G, Radillo-Santana ID, Deloya-Tomas E. Analgesia, sedation and neuromuscular blockade in critically ill patients: a practical approach for intensivists. *ICU Management & Practice*. 2022;3:124-134.
15. Hamunen K, Kontinen V, Hakala E, Talke P, Paloheimo M, Kalso E. Effect of pain on autonomic nervous system indices derived from photoplethysmography in healthy volunteers. *Br J Anaesth*. 2012;108:838-844.
16. Hasanin A, Mohamed SAR, El-Adawy A. Evaluation of perfusion index as a tool for pain assessment in critically ill patients. *J Clin Monit Comput*. 2017;31:961-965.



# El papel de la microbiota sobre la percepción del dolor visceral

## *The gut microbiota and its role on visceral pain*

Dra. María López-Collada-Estrada,\* Dra. María Teresa Valenzuela-Antillón,†  
Dr. Alfredo Covarrubias-Gómez‡

**Citar como:** López-Collada-Estrada M, Valenzuela-Antillón MT, Covarrubias-Gómez A. El papel de la microbiota sobre la percepción del dolor visceral. Rev Mex Anestesiología. 2024; 47 (1): 35-38. <https://dx.doi.org/10.35366/114095>

**RESUMEN.** La microbiota intestinal tiene un impacto bien documentado en diversos aspectos de la salud. En este estudio se recoge la evidencia disponible acerca de la repercusión de la dieta individual y de la microbiota en la percepción del dolor visceral.

**ABSTRACT.** *The gut microbiota has a well-documented impact on various aspects of health. In this study we review the available evidence on the impact of individual diet and microbiota on visceral pain perception.*

## INTRODUCCIÓN

El dolor visceral puede variar desde una leve y transitoria molestia abdominal hasta el dolor agonizante de un cólico renal. Es, para la opinión de algunos, el tipo de dolor más complejo y heterogéneo que existe.

El sistema entérico está íntimamente conectado con el sistema nervioso central (SNC), tanto que, en ocasiones, ha sido llamado el «segundo cerebro». Fenómenos de sensibilización central similares a los descritos en fibromialgia o en dolor de miembro fantasma tienen lugar en algunas patologías digestivas, como el síndrome de colon irritable (SCI).

Los trastornos funcionales digestivos son, en la actualidad, la forma más prevalente de dolor visceral. Aproximadamente 15% de la población mundial padece uno, siendo el síndrome de colon irritable el más frecuente. Se estima que 15,000 millones de dólares anualmente son destinados a su tratamiento sólo en los Estados Unidos<sup>(1)</sup>.

Existen diversos elementos que influyen, en mayor o menor grado, en la percepción del dolor visceral. Por un lado, la distensión abdominal, inflamación e isquemia pueden ser evidentes detonantes. Cuando existe una inflamación crónica y, por lo tanto, se perpetúa la liberación de sus mediadores, también se activan los nociceptores de forma mantenida, lo cual ahora sabemos que puede desencadenar una sensibilización central y un proceso dolor crónico en el paciente<sup>(2)</sup>.

Por otro lado, ciertos neurotransmisores, medidores inmunológicos y pH pueden atenuar o perpetuar la activación del proceso nociceptivo. Otro elemento que sin duda juega un rol fundamental es la microbiota intestinal, como hablaremos a continuación.

En algunos casos, se pueden identificar infecciones bacterianas y virales como factor desencadenante en un síndrome de colon irritable. En una revisión sistemática de la literatura realizada recientemente, se encontró que el riesgo de desarrollarlo se incrementaba hasta cuatro veces si se había sufrido una enteritis durante el último año<sup>(3)</sup>. Algunos estudios donde pacientes con síndrome de colon irritable e hipersensibilidad visceral recibieron prebióticos y probióticos demostraron mejoría de los síntomas<sup>(4)</sup>. También se ha estudiado el efecto del trasplante fecal

### Palabras clave:

microbiota, dolor visceral, intestino-cerebro.

### Keywords:

microbiota, visceral pain, gut-brain.

\* Departamento de Medicina del Dolor y Paliativa del Centro Estatal de Cancerología. Chihuahua, Chih., México.

† Médica Pasante del Servicio Social en Medicina en el Centro Estatal de Cancerología. Chihuahua, Chih., México.

‡ Departamento de Medicina del Dolor y Paliativa del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición «Salvador Zubirán». Departamento de Educación e Investigación, Centro ALGIA para la Educación en Dolor. México.

### Correspondencia:

**Dra. María López-Collada-Estrada**  
**E-mail:** mlopezcollada@gmail.com

Recibido: 16-03-2022

Aceptado: 22-11-2022





en pacientes con síndrome de colon irritable, con resultados que, aunque poco concluyentes, son prometedores<sup>(5)</sup>.

## EL DESARROLLO DE LA MICROBIOTA INTESTINAL

El microbioma intestinal está compuesto por más de 1,000 especies y 7,000 cepas mayormente bacterianas, aunque también hay hongos y protozoos, y es tan personal y único como lo es la huella dactilar. Anteriormente se creía que el microbioma se comenzaba a desarrollar al nacimiento; sin embargo, se ha detectado un sello microbiomal compartido entre la placenta, el líquido amniótico y el meconio, lo cual sugiere que comienza a desarrollarse desde el útero<sup>(6)</sup>. Posteriormente, con la lactancia este sello microbiomal se amplía, siendo sus protagonistas *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Enterococcus* y *Bifidobacterium*. Con la introducción de los alimentos sólidos, alrededor de los seis meses, viene una transformación de la microbiota, la cual llega a su completa madurez aproximadamente a los tres años de edad<sup>(7)</sup>.

Esto brinda una oportunidad para que la microbiota colonizadora influya en sistemas inmaduros como las vías de dolor en el sistema nervioso central (SNC) y tenga un impacto permanente. Durante la etapa temprana de vida, el eje microbiota-intestino-cerebro también se está desarrollando y está en sí mismo abierto a modificaciones por parte de la microbiota intestinal, que se ha demostrado en varios estudios<sup>(8)</sup>.

Desde el intestino, la microbiota puede comunicarse con el SNC, formando el llamado eje microbiota-intestino-cerebro (incluye vías inmunes, neurales, endocrinas y metabólicas), y afectar la función del SNC, incluyendo estado de ánimo, cognición y percepción del dolor<sup>(9)</sup>.

## INTERACCIÓN MICROBIOTA-HUÉSPED

No es de sorprender que el tracto gastrointestinal sea el órgano más colonizado del cuerpo humano. Existen hasta  $10^{12}$  células por gramo de contenido fecal en el colon. Aquí el huésped tiene la capacidad de reconocer a la microbiota a través de receptores específicos, llamados receptores de reconocimiento de patrones (RRP). La activación de éstos inicia una síntesis y liberación de citoquinas proinflamatorias. En un huésped crónicamente inflamado, la barrera mucosa pierde su continuidad, por lo tanto, permite una migración bacteriana y de citoquinas a la vía sistémica, lo cual no pasaría en una barrera íntegra. Al filtrarse estas moléculas a la vía sistémica, cruzan la barrera hematoencefálica, llegando así al SNC. Aquí activan el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HPA) e inducen la liberación de cortisol<sup>(10)</sup>.

Por otro lado, se sabe que el triptófano obtenido de la dieta influye en el grado de inflamación del SNC del huésped. El microambiente de un tejido determina la composición de la

microbiota y también modula la incorporación de componentes dietarios, tales como azúcar, grasas o fibras (que funcionan como fuentes de energía para bacterias), lo cual, a su vez, puede influir en qué especies prosperan en el intestino. El triptófano es un aminoácido esencial que se obtiene a través de la dieta. En dos investigaciones recientes se muestra qué metabolitos derivados del catabolismo bacteriano del triptófano regulan la inflamación y el desarrollo de la enfermedad a nivel local en el intestino y periféricamente en el sistema nervioso central. En una de ellas se encontró que ratones carentes del dominio 9 de reclutamiento de caspasas (CARD9), una proteína implicada en la apoptosis y en la inmunidad antifúngica, eran susceptibles a sufrir síndrome de colon irritable.

Un análisis más detallado de la microbiota reveló que estos microorganismos eran incapaces de degradar triptófano en ligandos del receptor de aril hidrocarburos (AHR), como *Lactobacillus reuteri* y *Allobaculum*<sup>(11)</sup>.

Los ácidos grasos de cadena corta han demostrado un rol importante en la memoria y en la cognición a través de mecanismos epigenéticos. En el lumen del intestino se sintetizan neurotransmisores GABA, dopamina y acetilcolina, y se cree que se comunican desde ahí con el SNC a través del nervio vago<sup>(11)</sup>.

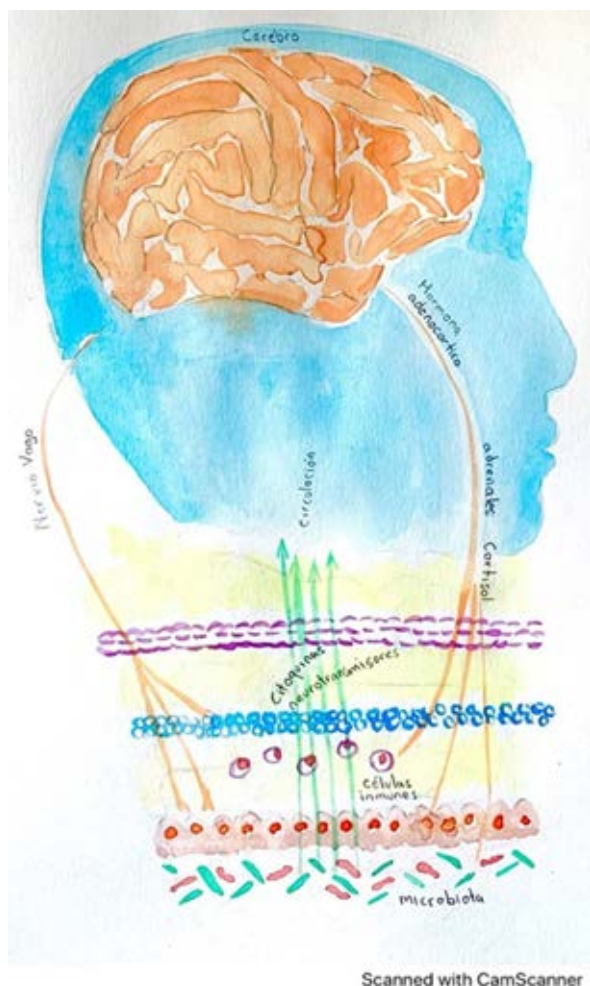
## MICROBIOTA Y DOLOR

En estudios, gran parte en modelos animales, se ha demostrado que la microbiota regula los procesos neuronales fundamentales, desde la neurogénesis y la mielinización, hasta la activación de la microglía y los procesos neuroinflamatorios; todos los cuales están implicados en los procesos del dolor<sup>(12)</sup>.

Ratones previamente sanos a los que se les realizó un trasplante fecal desde pacientes con síndrome de colon irritable tuvieron entonces una sintomatología similar a la de los humanos, hecho que apoya la teoría de que la microbiota tiene un rol protagónico en este tipo de patologías<sup>(13)</sup>.

Existe evidencia que apunta a que la exposición a antibióticos durante las primeras etapas de la vida de una rata la vuelve más propensa a presentar respuestas exageradas a estímulos nociceptivos viscerales en su vida adulta. Sin embargo, también existen estudios donde antibióticos aplicados en la vida adulta de la rata disminuyeron su respuesta a estímulos dolorosos viscerales. Parece ser que un balance de la microbiota en ciertos momentos de la vida es crucial para un adecuado desarrollo de las respuestas al dolor<sup>(14)</sup>.

El estrés y la microbiota intestinal pueden interactuar a través de factores complementarios u opuestos para influir en los comportamientos nociceptivos viscerales. Los estudios han demostrado que tanto el estrés prenatal como el postnatal después del nacimiento pueden afectar la colonización microbiana. Los ratones adultos expuestos a un factor estresante de perturbación social mostraron una microbiota intestinal



**Figura 1:** Comunicación bidireccional entre la microbiota intestinal y el cerebro. Ilustración del eje intestino-cerebro por Alejandro Guaderrama.

alterada, así como aumento en los niveles circulantes de citocinas. En particular, este estrés condujo a disminución de *L. reuteri*, una especie de bacteria inmunomoduladora<sup>(8)</sup>.

La administración de probióticos en modelos animales ha mejorado la hipersensibilidad visceral, y la administración intraluminal de *Lactobacillus reuteri* redujo en 80% la respuesta a la distensión, específicamente a través de los receptores TRPV1. Esta respuesta analgésica parece estar relacionada con la liberación de opioides endógenos y endocannabinoides<sup>(15)</sup>.

En ratones adultos, se demostró que la alteración de la microbiota intestinal induce cambios en la respuesta inmune local, lo cual se asocia con aumento en la señalización del dolor. Un creciente cuerpo de estudios, predominantemente todavía en etapa preclínica, muestra que la perturbación de

este eje, microbiota-intestino-cerebro, da como resultado alteraciones en la respuesta al estrés y el comportamiento, y se ha propuesto que está involucrado en varias enfermedades del SNC como ansiedad, depresión, autismo, enfermedad de Alzheimer, accidente cerebrovascular o lesión cerebral y enfermedad de Parkinson. Está claro que el estrés, ya sea crónico o en la vida temprana, es un factor clave para potenciar las respuestas al dolor visceral y sus comorbilidades asociadas<sup>(16)</sup>.

La alta comorbilidad observada entre el dolor visceral y los trastornos psiquiátricos sugiere posibles vías neurobiológicas comunes involucradas en la etiología de estos trastornos. El estrés se asocia con la exacerbación del dolor en muchos trastornos diferentes, con estrés en la vida temprana que aumenta la probabilidad de desarrollar enfermedades relacionadas con el dolor<sup>(16)</sup>.

En pacientes con síndrome de colon irritable, se ha documentado la existencia de una disbiosis intestinal, que consiste principalmente en niveles anormalmente bajos de *Bifidobacterium* y de *Lactobacillus*, así como alteraciones en la relación Firmicutes:Bacteroidetes. Existen ensayos clínicos aleatorizados diferentes donde en todos se demostró una mejoría de los síntomas en pacientes que cumplieron criterios de Roma II o III que recibieron probióticos. Los síntomas (dolor, flatulencia y distensión abdominal) mejoraron cuando el tratamiento se dio por al menos seis semanas<sup>(17,18)</sup>.

También se ha estudiado el efecto de *B. infantis*, *L. rhamnosus*, *L. plantarum* y de *E. coli* (DSM 17252), todas sobre pacientes con dolor visceral secundario a síndrome de colon irritable, escenario donde siempre se demostró superioridad al placebo<sup>(19)</sup>.

Esta disbiosis parece no ser exclusiva de modelos de dolor visceral, ya que recientemente se ha documentado su existencia en pacientes con fibromialgia<sup>(20)</sup>.

## CONCLUSIÓN

Cada vez surge más evidencia que apunta a que la microbiota intestinal tiene un rol primordial en la percepción del dolor visceral. Su estrecha relación con ciertas reacciones autonómicas y emocionales en este tipo de patologías, principalmente en síndrome de colon irritable, ha hecho que se convierta en un objetivo terapéutico novedoso y muy interesante (Figura 1).

El mecanismo mediante el cual puede ayudar a la analgesia aún no es bien comprendido, y la evidencia que tenemos es todavía escasa. Aunque existen estudios que soportan el beneficio de prebióticos, probióticos, e incluso de trasplante fecal, muchos de estos estudios tienen poco peso estadístico y, por lo tanto, como en tantas muchas otras áreas de la medicina, hace falta más evidencia.

## REFERENCIAS

1. Quigley EM, Bytzer P, Jones R, Mearin F. Irritable bowel syndrome: the burden and unmet needs in Europe. *Dig Liver Dis.* 2006;38:717-723.
2. Greenwood-Van Meerveld B, Johnson AC. Stress-induced chronic visceral pain of gastrointestinal origin. *Front Syst Neurosci.* 2017;11:86.
3. Klem F, Wadhwa A, Prokop LJ, Sundt WJ, Farrugia G, Camilleri M, et al. Prevalence, risk factors, and outcomes of irritable bowel syndrome after infectious enteritis: a systematic review and meta-analysis. *Gastroenterology.* 2017;152:1042-1054.e1.
4. Ford AC, Quigley EM, Lacy BE, Lembo AJ, Saito YA, Schiller LR, et al. Efficacy of prebiotics, probiotics, and synbiotics in irritable bowel syndrome and chronic idiopathic constipation: systematic review and meta-analysis. *Am J Gastroenterol.* 2014;109:1547-1561; quiz 1546, 1562.
5. Johnsen PH, Hilpusch F, Cavanagh JP, Leikanger IS, Kolstad C, Valle PC, et al. Faecal microbiota transplantation versus placebo for moderate-to-severe irritable bowel syndrome: a double-blind, randomised, placebo-controlled, parallel-group, single-Centre trial. *Lancet Gastroenterol Hepatol.* 2018;3:17-24.
6. Kundo P, Blacher E, Elinav E, Pettersson S. Our gut microbiome: the evolving inner self. *Cell.* 2017;171:1481-1493.
7. Palmer C, Bik EM, DiGiulio DB, Relman DA, Brown PO. Development of the human infant intestinal microbiota. *PLoS Biol.* 2007;5:e177.
8. Moloney RD, Johnson AC, O'Mahony SM, Dinan TG, Greenwood-Van Meerveld B, Cryan JF. Stress and the microbiota-gut-brain axis in visceral pain: relevance to irritable bowel syndrome. *CNS Neurosci Ther.* 2016;22:102-117.
9. Dinan TG, Cryan JF. Gut-brain axis in 2016: brain-gut-microbiota axis -mood, metabolism and behaviour. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2017;14:69-70.
10. Cusotto S, Sandhu KV, Dinan TG, Cryan JF. The neuroendocrinology of the microbiota-gut-brain axis: a behavioural perspective. *Front Neuroendocrinol.* 2018;51:80-101.
11. Lyte M. Microbial endocrinology and the microbiota-gut-brain axis. *Adv Exp Med Biol.* 2014;817:3-24.
12. Rea K, O'Mahony S, Dinan TG, Cryan JF. Pain bugs: gut microbiota and pain disorders. *Curr Opin Physiol.* 2019;11:97-102.
13. Crouzet L, Gaultier E, Del'Homme C, Cartier C, Delmas E, Dapoigny M, et al. The hypersensitivity to colonic distension of IBS patients can be transferred to rats through their fecal microbiota. *Neurogastroenterol Motil.* 2013;25:e272-e282.
14. O'Mahony SM, Felice VD, Nally K, Savignac HM, Claesson MJ, Scully P, et al. Disturbance of the gut microbiota in early-life selectively affects visceral pain in adulthood without impacting cognitive or anxiety-related behaviors in male rats. *Neuroscience.* 2014;277:885-901.
15. Rousseaux C, Thuru X, Gelot A, Barnich N, Neut C, Dubuquoy L, et al. *Lactobacillus acidophilus* modulates intestinal pain and induces opioid and cannabinoid receptors. *Nat Med.* 2007;13:35-37.
16. O'Mahony SM, Dinan TG, Cryan JF. The gut microbiota as a key regulator of visceral pain. *Pain.* 2017;158 Suppl 1:S19-S28.
17. Michail S, Kenche H. Gut microbiota is not modified by Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of VSL#3 in diarrhea-predominant irritable bowel syndrome. *Probiotics Antimicrob Proteins.* 2011;3:1-7.
18. Rajilic-Stojanovic M, Biagi E, Heilig HG, Kajander K, Kekkonen RA, Tims S, et al. Global and deep molecular analysis of microbiota signatures in fecal samples from patients with irritable bowel syndrome. *Gastroenterology.* 2011;141:1792-1801.
19. Whorwell PJ, Altringer L, Morel J, Bond Y, Charbonneau D, O'Mahony L, et al. Efficacy of an encapsulated probiotic *Bifidobacterium infantis* 35624 in women with irritable bowel syndrome. *Am J Gastroenterol.* 2006;101:1581-1590.
20. Minerbi A, Gonzalez E, Brereton NJB, Anjarkouchian A, Dewar K, Fitzcharles MA, et al. Altered microbiome composition in individuals with fibromyalgia. *Pain.* 2019;160:2589-2602.





# Neuromonitoreo con electroencefalograma procesado, más que profundidad anestésica

*Neuromonitoring with processed electroencephalogram, more than anesthetic depth*

Dr. César Alejandro Martínez-de los Santos,\*

Dra. Ilse Alejandra Ramírez-Sánchez,\* Dr. Edwin Orlando Guillén-Ramírez,\*

Dra. Andrea Reyes-Gutiérrez,\* Dr. Fernando Antonio Escudero-Gutiérrez,\*

Dr. Fernando Cantú-Flores\*

**Citar como:** Martínez-de los Santos CA, Ramírez-Sánchez IA, Guillén-Ramírez EO, Reyes-Gutiérrez A, Escudero-Gutiérrez FA, Cantú-Flores F. Neuromonitoreo con electroencefalograma procesado, más que profundidad anestésica. Rev Mex Anestesiología. 2024; 47 (1): 39-45. <https://dx.doi.org/10.35366/114096>

**RESUMEN.** El neuromonitoreo intraoperatorio con electroencefalograma (EEG) y electroencefalograma procesado (pEEG) permite la evaluación de cambios en la actividad eléctrica cerebral generados por los anestésicos, además de prevenir eventos adversos como recuerdo intraoperatorio, sobredosis farmacológica, compromiso hemodinámico y/o neurológico, delirio y disfunción cognitiva postoperatoria. Sin embargo, la actividad eléctrica cortical puede estar modulada y ser afectada por alteraciones fisiopatológicas, independientemente del efecto de los fármacos anestésicos, por lo que, tanto el EEG como el pEEG pueden ser auxiliares en el diagnóstico oportuno de trastornos metabólicos, hipóxicos, supresión de la actividad eléctrica cerebral, estados epilépticos no convulsivos, hipertensión intracraneal, hipoperfusión o isquemia cerebral. El neuromonitoreo de rutina con el monitor disponible es recomendable con el fin de mejorar nuestra experiencia en su uso para una anestesia personalizada y de precisión, estableciendo estado de profundidad anestésica y dosis farmacológica óptima para el mantenimiento de los mecanismos implicados en la autorregulación de la perfusión cerebral, mejor comprensión de la fisiología, función cerebral y su interacción con los anestésicos e impacto hemodinámico del paciente neuroquirúrgico y no neuroquirúrgico, identificando signos precoces de posibles complicaciones derivadas del procedimiento o por efecto farmacológico y su rápida resolución.

**ABSTRACT.** Intraoperative neuromonitoring with electroencephalogram (EEG) and processed electroencephalogram (pEEG) allows the evaluation of changes in brain electrical activity and unconsciousness generated by anesthetics, as well as preventing adverse events such as intraoperative recall, drug overdose, hemodynamic and/or neurological compromise, delirium and postoperative cognitive dysfunction. However, cortical electrical activity can be modulated and affected by pathophysiological alterations, independently of the effect of anesthetic drugs, both EEG and pEEG can be helpful in the timely diagnosis of metabolic, hypoxic, and suppression of electrical activity disorders brain, non-convulsive status epilepticus, intracranial hypertension, hypoperfusion or cerebral ischemia. Routine neuromonitoring with the available monitor is recommended in order to improve our experience in order to achieve a patient personalized and precise anesthesia level, arriving to an optimal dose for the maintenance of the mechanisms involved in the autoregulation of cerebral perfusion, understanding brain physiology, function as well as its interaction with drugs and hemodynamic impact to neurosurgical and non-neurosurgical patients, identifying early signs of possible complications derived from the procedure or due to pharmacological effect and their rapid resolution.

## Abreviaturas:

AG = anestesia general.  
BS = brote supresión.  
DCPO = disfunción cognitiva postoperatoria.  
DSA = matriz de densidad espectral (*density spectral array*).  
EEG = electroencefalograma.  
EMG = electromiografía.

MPA = monitores de profundidad anestésica.  
pEEG = electroencefalograma procesado.  
PIC = presión intracraneal.  
RCP = reanimación cardiopulmonar.  
SEF 95 = frecuencia del borde espectral 95 (*spectral edge frequency 95*).  
SNC = sistema nervioso central.  
SR = relación de supresión (*suppression ratio*).

## Palabras clave:

neuromonitoreo, protección cerebral, electroencefalograma intraoperatorio, monitoreo de función cerebral, electroencefalograma procesado.

## Keywords:

neuromonitoring, brain protection, intraoperative electroencephalogram, brain function monitoring, processed electroencephalogram.

\* Departamento de Anestesiología, Hospital Zambrano Hellion TecSalud; Programa Multicéntrico de Especialidades Médicas de la Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud del Tecnológico de Monterrey, México.

## Correspondencia:

**Dr. César Alejandro Martínez-de los Santos**

ORCID: 0000-0001-6440-1928

E-mail: [cesarmartinez.md@tec.mx](mailto:cesarmartinez.md@tec.mx)

Recibido: 20-07-2023

Aceptado: 14-09-2023



## INTRODUCCIÓN

Determinar el nivel óptimo de profundidad anestésica permite evitar la infra o sobredosificación de los anestésicos, además de disminuir la posibilidad de complicaciones como recuerdo intraoperatorio, emergencia tardía, delirio y disfunción cognitiva postoperatoria<sup>(1-3)</sup>. El enfoque tradicional basado en monitoreo de signos clínicos no es un marcador adecuado del nivel de profundidad anestésica; por ello, se han tratado de establecer estrategias confiables para monitorear la actividad cerebral de pacientes bajo anestesia general (AG) mediante electroencefalograma procesado (pEEG) o monitores de profundidad anestésica (MPA)<sup>(4-6)</sup>. A pesar de que el cerebro es el principal objetivo de los agentes anestésicos inhalados e intravenosos, estos monitores no se utilizan de forma rutinaria y su uso aún no es una práctica estándar para evaluar la respuesta cerebral a la anestesia<sup>(7)</sup>.

A nivel internacional, diversas sociedades de anestesiología recomiendan el uso de MPA para titulación anestésica. En México, la NOM-006-SSA3-2011 recomienda monitorizar el estado de profundidad anestésica a través del índice bispectral, por lo que debería utilizarse en todos los procedimientos anestésicos que involucren una disminución del estado de consciencia<sup>(8)</sup>.

## ANESTESIA GENERAL Y ELECTROENCEFALOGRAMA (EEG)

Avanzadas técnicas de imagen cerebral han permitido determinar que la supresión en la conexión cortico-cortical y la inactivación farmacológica del sistema de excitación de los núcleos del tronco encefálico y sus proyecciones neuronales ascendentes hacia el tálamo y la corteza cerebral, responsables del estado de despierto, son un mecanismo para producir inconsciencia, relacionado con variaciones de la actividad eléctrica cerebral<sup>(9-11)</sup>.

El electroencefalograma crudo o sin procesar (EEG-rEEG), a través de sensores (canales) conectados al cuero cabelludo mediante el sistema de montaje internacional 10/20 con números impares para canales izquierdos y pares para canales derechos, registra la actividad eléctrica del cerebro y representa la suma neta de potenciales de acción postsinápticos de neuronas piramidales corticales que luego se amplifican y se muestran en un monitor, lo que refleja el estado de vigilia, actividad metabólica y estados patológicos cerebrales<sup>(12,13)</sup>. Su uso permite detección de encefalopatía, alteraciones metabólicas, lesión cerebral hipóxica, hipoperfusión e isquemia cerebral, actividad epileptiforme no convulsiva y determinación de pronóstico neurológico<sup>(14)</sup>.

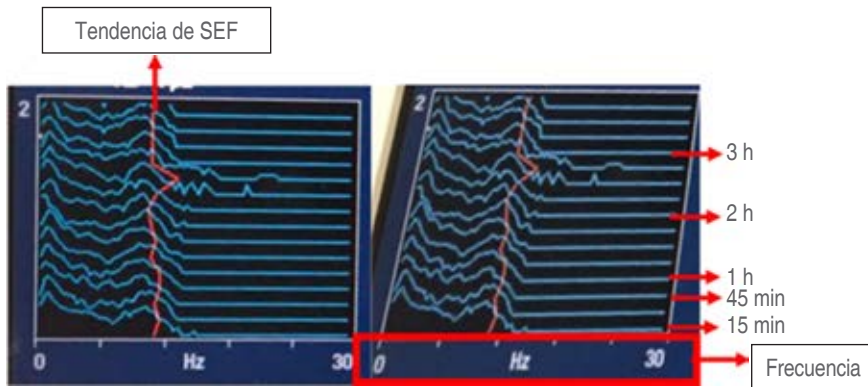
## ELECTROENCEFALOGRAMA PROCESADO (PEEG)

Los cambios sobre actividad eléctrica cerebral y organización en distintos patrones de ondas del EEG asociados con la administración de fármacos que actúan sobre el sistema nervioso central (SNC) se han descrito durante décadas<sup>(15,16)</sup>, por lo que el neuromonitoreo con EEG intraoperatorio se considera el enfoque más factible para el seguimiento de estados cerebrales bajo AG (*Figura 1*). Desde la década de 1990, se ha introducido una variedad de monitores de pEEG que muestran índices de probable profundidad anestésica, basados en algoritmos de análisis cuantitativo que permiten evaluar, titular y optimizar objetivamente el efecto de los anestésicos sobre la actividad cortical a través de un índice numérico derivado del análisis y procesamiento del EEG<sup>(12,17)</sup>. La base matemática para el procesamiento de señales, amplificación, análisis, filtrado, eliminación de artefactos, conversión digital y procesamiento es la transformada rápida de Fourier, que deconstruye e identifica las formas de onda del dominio del tiempo original en un espectro de ondas sinusoidales individuales de diferentes frecuencias, amplitudes y fase<sup>(3)</sup>.

**Figura 1:**

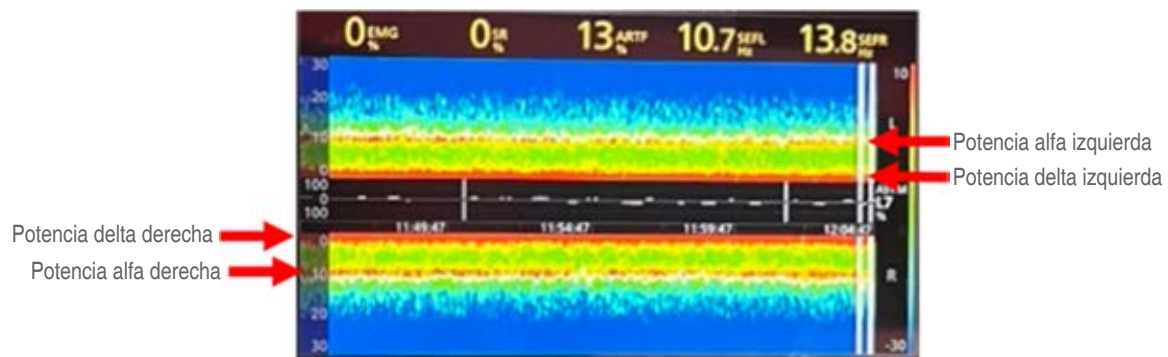
Electroencefalograma (EEG) intraoperatorio con dos trazos de canales de ondas izquierdo y derecho (EEG), electromiografía (EMG), frecuencia del borde espectral (SEF) numérico (Hz), relación de BS (BSR) y espectrograma con línea en rojo de tendencia de SEF.



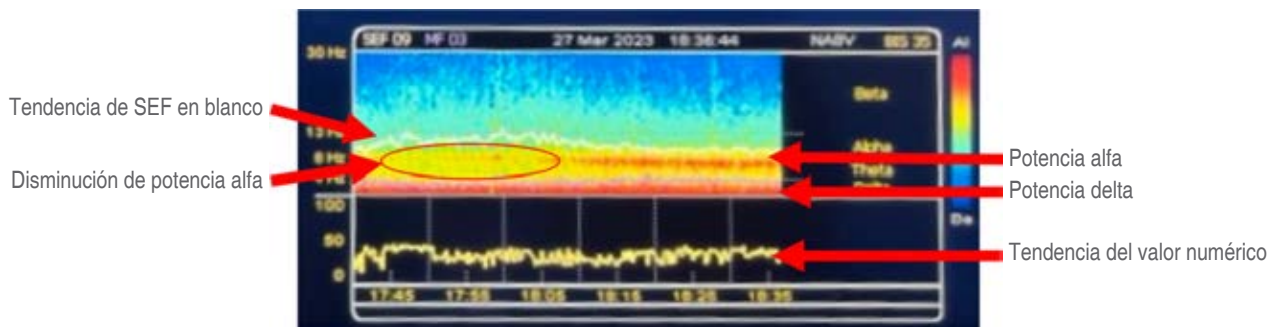


**Figura 2:**

Espectrograma con aumento de potencias en ondas delta (0.5-4 Hz) y alfa (8-12 Hz) y baja actividad de ondas mayores a 15 Hz, con la tendencia de la frecuencia del borde espectral (SEF) marcado en línea roja.



**Figura 3:** Matriz de densidad espectral, con aumento de potencia en ondas delta y alfa; electromiografía: 0%, relación de supresión: 0%. Frecuencia del borde espectral (SEF) izquierdo: 10.7 Hz, SEF derecho: 13.8 Hz. Tendencia del SEF en línea tenue blanca.



**Figura 4:** Matriz de densidad espectral, con potencia delta continua; disminución parcial y posterior recuperación de potencia alfa. Tendencia de frecuencia del borde espectral (SEF) en línea blanca y tendencia del valor del índice numérico del electroencefalograma procesado.

Estos monitores, cuentan con un sensor unilateral o bilateral que detectan señales analógicas de electrodos de superficie colocados en la frente que se analizan con un retraso de entre 30 y 63 segundos que se convierten a índices numéricos de estado cerebral desde 0 (EEG isoelectrico) a 100 (actividad eléctrica cerebral normal en sujetos despiertos)<sup>(1)</sup>. Algunos monitores muestran simultáneamente otros parámetros como trazo de EEG de uno a cuatro canales; índice de actividad

electromiográfica (EMG) que puede o no estar asociado al algoritmo, porcentaje o relación de brote supresión (BS) [suppression ratio (SR)] e índices de calidad de señal<sup>(18)</sup>.

En el EEG intraoperatorio, el análisis y resumen promedio del trazo medido entre cinco y 15 minutos, se muestra en una onda con predominio de la frecuencia e intensidad, que genera un espectrograma del EEG izquierdo y derecho en el que se puede observar la tendencia de aumento de potencia de las

ondas y en una línea roja la frecuencia del borde espectral 95 [spectral edge frequency 95 (SEF 95)], frecuencia por debajo de la cual se encuentra 95% de la potencia espectral. Un SEF 95 entre 12-14 Hz representa que 95% de la frecuencia de ondas está por debajo de 12-14 Hz, indicando que el paciente está en un adecuado estado de profundidad anestésica<sup>(19)</sup> (Figura 2). El análisis, conversión y descomposición de la señal en un espectro de colores según la frecuencia, amplitud, intensidad, potencia y su evolución en el tiempo se conoce como matriz de densidad espectral o *density spectral array* (DSA) en la cual, en algunos monitores, la tendencia del SEF 95 se muestra en una línea blanca<sup>(13)</sup> (Figuras 3 y 4).

### BROTE SUPRESIÓN (BS)

Cambios severos y disminución de la actividad eléctrica neuronal cortical que conducen a BS se relacionan con actividad cerebral reducida, estados anestésicos demasiado profundos,

sepsis, hipotermia, hipoxia/anoxia, hipotensión, hipoperfusión, hipoglucemia, encefalopatías, coma y lesión cerebral isquémica, hemorrágica o traumática<sup>(10)</sup>. El BS se caracteriza por períodos isoelectrícos (supresión con amplitud <0.5  $\mu$ V), seguidos por ondas de gran amplitud (brotes o estallidos con amplitud >0.5  $\mu$ V) de entre 0.5 y 10 segundos, y en estados anestésicos se ha asociado a retraso en el despertar, mal pronóstico neurológico, delirio, disfunción cognitiva postoperatorios y aumento de la morbilidad<sup>(13)</sup>.

La relación de supresión o *suppression ratio* (SR) es un parámetro medido por la mayoría de los pEEG expresado en porcentaje y es la relación entre la duración total de la onda en estado de supresión o isoelectríca y la duración total del análisis (normalmente períodos de 63 segundos necesarios para computar el análisis del EEG)<sup>(4)</sup>. Debido al tiempo de retraso en el cálculo, se sugiere no cambiar la titulación de la anestesia en valores absolutos, sino realizar un análisis de tendencias de la actividad eléctrica cerebral. Todos los

Tabla 1: Mecanismo y sitios de acción de los principales fármacos y tipos de onda predominante durante su administración.

Fármaco	Mecanismo de acción	Tipo de onda y observaciones	Referencia
Propofol	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unión postsináptica a receptores GABA e inhibición gabaérgica</li> <li>Hiperpolarización de neuronas postsinápticas</li> <li>Inhibición y disminución de excitación-conexión talamocortical</li> <li>Aumento de hiperpolarización de neuronas corticales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de oscilaciones alfa occipitales, aparición de oscilaciones alfa frontales (efecto de frontalización)</li> <li>Transición del patrón de alta frecuencia y poca amplitud (bajo voltaje) a frecuencias bajas con mayor amplitud</li> <li>Oscilaciones delta (0.5-4 Hz), lentas (&lt; 0.5 Hz) y oscilaciones alfa (8-12 Hz)</li> <li>En caso de sobredosificación brote supresión e isoelectricidad</li> </ul>	(4,7,21,22)
Sevoflurano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Múltiples sitios de acción</li> <li>Inhibición GABA<sub>A</sub></li> <li>Bloqueo de canales de potasio de doble poro y bloqueo de receptores NMDA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oscilaciones alfa y oscilaciones delta y lentas como el propofol, con un cambio ascendente en la potencia delta que da la apariencia de una oscilación theta (<i>fill in</i> o efecto de llenado)</li> </ul>	(4,7,21)
Ketamina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhibición NMDA</li> <li>Inhibición de las interneuronas GABA corticales, sistema límbico e hipocampo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ketamina oscilaciones beta y gamma altas</li> <li>Las oscilaciones delta y lentas se alternan con las oscilaciones gamma (explosión gamma) ocurren en anestesia general, lo que puede aumentar el valor numérico de los índices de pEEG y aparentar una falta de adecuada profundidad anestésica</li> <li>Ketamina, xenón y óxido nítrico no producen los patrones típicos de EEG observados durante anestesia general, debido a que alteran el EEG bruto y el espectro de potencia debido a su efecto en diferentes objetivos moleculares y vías neuronales que la mayoría de los demás anestésicos hipnóticos</li> </ul>	(2,7,12)
Óxido nítrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución sináptica y actividad neuronal</li> <li>Activación del sistema nervioso simpático, cuyas neuronas noradrenérgicas desempeñan un papel en la nocicepción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oscilaciones beta y gamma y disminución de oscilaciones de delta y lentas</li> <li>Valores de índices numéricos más altos</li> </ul>	(4,7)
Dexmedetomidina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agonista selectivo de los receptores alfa-2 adrenérgicos a nivel periférico y central</li> <li>Hiperpolarización del sistema reticular activador ascendente</li> <li>Inhibición del <i>locus coeruleus</i> (núcleo noradrenérgico predominante) en tronco cerebral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sedación ligera: aparición recurrente de husos o «spindles», ondas sinusoidales de 9 a 15 Hz que ocurren en ráfaga de 1-2 segundos de duración</li> <li>Sedación profunda: al aumentar la velocidad de infusión, los «spindles» desaparecen y aumenta la amplitud de las oscilaciones delta y lentas y valores de índice numérico bajos</li> </ul>	(4,7,22)

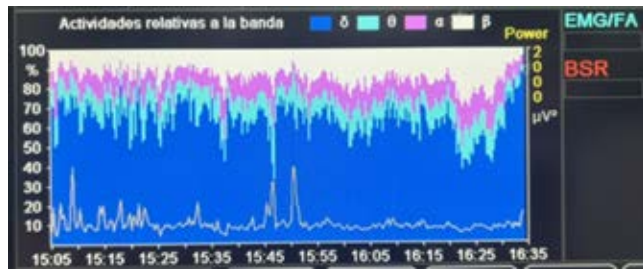
GABA = ácido gamma-aminobutírico. NMDA = N-metil-D-aspartato. pEEG = electroencefalograma procesado. EEG = electroencefalograma.



Tabla 2: Diferentes tipos de onda de electroencefalografía, predominio de localización y relación e interpretación clínica predominante.

Tipo de onda/ actividad	Ondas por minuto Hercios (Hz)	Localización y relación/interpretación clínica	Referencia
Gamma	26-80 Hz Alta frecuencia Baja amplitud (voltaje < 20 µV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descritas en 1982</li> <li>• Requiere filtrado de 30-70 Hz</li> <li>• Responden a actividad eléctrica subcortical interconexiones cortico-cortical, cortico-tálamo-cortical, percepción y estados de profunda concentración</li> </ul>	(4,7,22)
Beta	13-25 Hz Alta frecuencia Baja amplitud (voltaje < 30 µV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización en regiones centrales, frontales y temporales anteriores con morfología irregular</li> <li>• Frecuente en estados de vigilia concentrado, ansiosos o con ojos abiertos</li> <li>• Se observa ritmo beta acentuado por interferencia medicamentosa; ej. benzodiacepinas y barbitúricos</li> <li>• Pueden estar ausentes o reducidas debido al efecto de desaferentación (temporal en el caso de los anestésicos o permanente secundario a daño cortical)</li> </ul>	(4,7,22)
Alfa	9-12 Hz Alta frecuencia Baja amplitud (voltaje < 50 µV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localización principalmente occipital. De mayor en amplitud en el lado dominante. Se presenta después de los 13-15 años</li> <li>• Intensificación a nivel frontal bajo AG con morfología fusiforme (efecto de anteriorización) que también se presenta en la región parietal y temporal. Representa ritmos estructurados en circuito talamocortical</li> <li>• Disminuyen o desaparecen en estados patológicos de baja actividad eléctrica cerebral o estados anestésicos profundos</li> <li>• Potencia alfa frontal más baja previa y durante AG, se pueden presentar con edad avanzada, fragilidad/vulnerabilidad cerebral y comorbilidades como lesiones cognitivas previas, con requerimientos más bajos de dosis de agentes inhalados o intravenosos y mayor propensión a brote supresión</li> </ul>	(4,7,22)
Theta	5-8 Hz Baja frecuencia Alto voltaje (amplitud máxima 100 µV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características entre los 3-10 años, disminución entre los 10-15 años</li> <li>• Se distribuye en todas las áreas con mayor amplitud en la región frontocentrotemporal</li> <li>• Anormal en adultos despiertos/adulto somnoliento</li> <li>• Manifestación de lesiones subcorticales focales. Encefalopatía metabólica/algunos casos de hidrocefalia</li> <li>• Posiblemente se encuentren ligadas a activaciones hipocampales y a circuitos asociados a memoria en pacientes despiertos, dormidos y bajo anestesia general</li> </ul>	(4,7,22)
Delta	0.5-4 Hz Baja frecuencia Alto voltaje (amplitud 150-200 µV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ritmo dominante en bebés de hasta un año</li> <li>• Características entre 0-3 años de vida, se atenúan con la maduración del SNC</li> <li>• Presentes en etapa N3 del sueño profundo, coma, enfermedades orgánicas cerebrales graves y disociación corticotalámica</li> <li>• La presencia focal de delta en vigilia (delta patológico) es una anomalía secundaria al efecto de desaferentación, por lo que es sugestiva de lesión estructural subyacente como patología con efecto de masa, hipoxia, hipoperfusión o isquemia</li> </ul>	(4,7,22)
Lenta	< 0.5 Hz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja actividad eléctrica cerebral por cualquier motivo, hipoperfusión, isquemia, alto nivel de inconsciencia o alto efecto anestésico</li> </ul>	(2,4,7,12,22)
Brote supresión (BS)	Períodos isoelectricos (supresión con amplitud < 0.5 µV), seguidos por ondas de gran amplitud (brotes o estallidos con amplitud > 0.5 µV) de 0.5-10 segundos de duración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministro inadecuado de ATP, disminución de función mitocondrial, atrofia cerebral, adelgazamiento cortical, pérdida de sustancia blanca, disminución de tamaño y número de neuronas, susceptibilidad a estrés oxidativo, reducción en la liberación de neurotransmisores y ralentización de la actividad eléctrica y metabólica cerebral</li> <li>• Alta comunicación con actividad acelerada (estallido o brote) y posterior agotamiento del calcio y consecuente supresión</li> <li>• Estados de encefalopatía o sufrimiento neuronal. Hipoxia, anoxia, hipotermia, hipotensión, hipoglicemia, eventos vasculares cerebrales isquémicos o hemorrágicos, HIC, intoxicación farmacológica o sobredosisificación anestésica</li> </ul>	(2,4,7,12,22)
Relación BS o <i>suppression ratio</i> (SR)	Porcentaje de ondas con voltaje < 5 µV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de tiempo en los últimos 63 segundos que el voltaje de ondas no alcanza los 5 µV</li> </ul>	(2,4,7,12,22)

AG = anestesia general. SNC = sistema nervioso central. ATP = trifosfato de adenosina. HIC = hemorragia intracerebral.



**Figura 5:** Matriz de densidad espectral con porcentaje de diferentes tipos de ondas identificadas por colores.

cambios importantes súbitos o graduales deben interpretarse en un contexto de homeostasis sistémica.

### FÁRMACOS ANESTÉSICOS Y NEUROMONITOREO

Los anestésicos tienen objetivos moleculares y mecanismos de acción específicos en circuitos neurales corticales y subcorticales (*Tabla 1*) y existen varios patrones de ondas de EEG que se relacionan con diferentes estados de consciencia y se deben identificar de acuerdo con su morfología, amplitud y bandas de frecuencia que se miden en ciclos por segundo o hercios (Hz) (*Tabla 2*); el predominio y aumento de potencia de cada frecuencia puede representar un estado de profundidad anestésica y efecto de diferentes fármacos anestésicos o «firmas farmacológicas»<sup>(20-22)</sup>. La proximidad del sensor a estructuras rostrales del cerebro detecta señales de actividad neuronal cortical relacionada con vigilia, consciencia y memoria, en ellas se pueden observar ondas de poca amplitud y alta frecuencia (predominio en estado de despierto), y ondas de mayor amplitud y baja frecuencia (predominio en estados de inconsciencia). Se debe resaltar que todos los tipos de ondas se encuentran presentes en mayor o menor grado o diferentes porcentajes (*Figura 5*); lo que podemos observar habitualmente es un predominio o aumento en la potencia de determinadas ondas relacionadas con diferentes estados de profundidad anestésica o diferentes estados fisiopatológicos.

Los índices de pEEG suponen que el mismo valor de índice define el mismo nivel de profundidad anestésica para todos los fármacos, debido a que agentes intravenosos e inhalados eventualmente inducen una desaceleración de actividad eléctrica a dosis más altas. El uso exclusivo de índices o valores numéricos derivados de EEG no es aplicable a todos los fármacos hipnóticos, debido a que no se relacionan directamente con el efecto neurofisiológico específico de cada fármaco y no pueden dar una imagen precisa de las respuestas del cerebro a diferentes anestésicos, combinaciones, sinergia y efectos propios del paciente<sup>(23)</sup>.

### OTRAS FUNCIONES Y UTILIDADES DEL PEEG

La actividad eléctrica cortical está modulada por medicamentos y una variedad de estímulos exógenos y endógenos. El EEG y los índices pEEG pueden reflejar el resultado de alteraciones fisiopatológicas de los pacientes<sup>(18)</sup>. Edad, temperatura, hipoxia, hipoglicemia, trastornos hidroelectrolíticos y ácido-base, estados epilépticos no convulsivos, cambios en el FSC por hipovolemia, hipotensión-hipoperfusión o isquemia, pueden alterar el estado de consciencia/inconsciencia y generar cambios en el EEG/pEEG, sus trazos, ondas o «firmas» y sus índices numéricos independientemente de los fármacos anestésicos, dosis y efecto<sup>(19-21)</sup>, por lo que su uso permitiría detectar diferentes estados clínicos y patológicos perioperatorios<sup>(24)</sup> y brindar la posibilidad de evitar posibles complicaciones como delirio o disfunción cognitiva postoperatoria (DCPO)<sup>(25-29)</sup>.

El pEEG permite evaluar la función cortical, detectar eventos hemodinámicos intracraneales, episodios de hipoperfusión, hipoxia, cambios en la presión intracraneal e isquemia aguda, vasoespasmo e isquemia cerebral tardía, durante una variedad de procedimientos vasculares, cardíacos, neuroquirúrgicos y no neuroquirúrgicos<sup>(30-32)</sup>. La hipoperfusión y el incremento de la presión intracraneal (PIC) generan un aumento de ondas lentas, disminución de la potencia en frecuencias de ondas rápidas (alfa y beta) y ráfagas con morfología de onda trifásica y una eventual pérdida en la potencia del espectro de frecuencias con progresión a supresión global de ondas asociadas a isquemia, muerte neuronal progresiva, edema y herniación cerebral<sup>(14,18)</sup>. La isquemia grave suele manifestarse como un trazado plano en el EEG, que se traduce en un valor bajo de los índices del pEEG y es indicativo de mal pronóstico<sup>(33)</sup>.

La actividad del EEG y pEEG durante la reanimación cardiopulmonar (RCP) es sensible a la circulación, lo que permite obtener diferentes evaluaciones durante y posterior a la RCP como indicativo de perfusión cerebral y se recomienda como parte del monitoreo pronóstico, junto al examen neurológico, biomarcadores e imágenes cerebrales, como herramienta pronóstica de recuperación neurológica postparo<sup>(34,35)</sup>.

### CONCLUSIONES

El neuromonitoreo debe tener la misma importancia que el monitoreo hemodinámico y ventilatorio en anestesia. El pEEG brinda información adicional e independiente al efecto de fármacos anestésicos debido a alteraciones fisiopatológicas, metabólicas, hemodinámicas, estados convulsivos, hipóxicos, cambios en la presión intracraneal, hipoperfusión o isquemia cerebral, permitiendo guiar el manejo hemodinámico, mantener o mejorar el FSC. El anestesiólogo debe estar familiarizado en la interpretación activa de tendencias, valores, ondas y trazos de EEG y su relación con fármacos o posibles alteraciones sistémicas o regionales, además de sus limitaciones y excepciones.



## REFERENCIAS

- Kaiser HA, Hight D, Avidan MS. A narrative review of electroencephalogram-based monitoring during cardiovascular surgery. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2020;33:92-100. doi: 10.1097/ACO.0000000000000819.
- Scheeren TWL, Kuizenga MH, Maurer H, et al. Electroencephalography and brain oxygenation monitoring in the perioperative period. *Anesth Analg*. 2019;128:265-277. doi: 10.1213/ANE.0000000000002812.
- Chhabra A, Subramaniam R, Srivastava A, et al. Spectral entropy monitoring for adults and children undergoing general anaesthesia. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;3:CD010135. doi: 10.1002/14651858.CD010135.pub2.
- Purdon PL, Pierce ET, Mukamel EA, et al. Electroencephalogram signatures of loss and recovery of consciousness from propofol. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2013;110(12):E1142-E1151. doi: 10.1073/pnas.1221180110.
- Constant I, Sabourdin N. Monitoring depth of anesthesia: from consciousness to nociception. A window on subcortical brain activity. *Paediatr Anaesth*. 2015;25:73-82. doi: 10.1111/pan.12586.
- Shepherd J, Jones J, Frampton G, et al. Clinical effectiveness and cost-effectiveness of depth of anaesthesia monitoring: a systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess*. 2013;17:1-264. doi: 10.3310/hta17340.
- Purdon PL, Sampson A, Pavone KJ, Brown EN. Clinical electroencephalography for anesthesiologists: part i: background and basic signatures. *Anesthesiology*. 2015;123:937-960. doi: 10.1097/ALN.0000000000000841.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-006-SSA3-2011, Para la práctica de la anestesiología. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/512097/NOM-006-SSA3-2011.pdf>
- Bombardieri AM, Wildes TS, Stevens T, et al. Practical training of anesthesia clinicians in electroencephalogram-based determination of hypnotic depth of general anesthesia. *Anesth Analg*. 2020;130:777-786. doi: 10.1213/ANE.0000000000004537.
- Kurata J. Anesthetic mechanisms revealed by functional brain imaging. *Masui*. 2011;60:566-573.
- Akeju O, Loggia ML, Catana C, et al. Disruption of thalamic functional connectivity is a neural correlate of dexmedetomidine-induced unconsciousness. *Elife*. 2014;3:e04499. doi: 10.7554/eLife.04499.
- Fahy BG, Chau DF. The technology of processed electroencephalogram monitoring devices for assessment of depth of anesthesia. *Anesth Analg*. 2018;126:111-117. doi: 10.1213/ANE.0000000000002331.
- Montupil J, Defresne A, Bonhomme V. The raw and processed electroencephalogram as a monitoring and diagnostic tool. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2019;33 Suppl 1:S3-S10. doi: 10.1053/j.jvca.2019.03.038.
- Katyal N, Sarwal A, George P, et al. The relationship of triphasic waves with intracranial pressure as a possible prognostic marker in traumatic brain injury. *Case Rep Neurol Med*. 2017;2017:4742026. doi: 10.1155/2017/4742026.
- Belletti A, Naorungroj T, Yanase F, et al. Normative values for SedLine-based processed electroencephalography parameters in awake volunteers: a prospective observational study. *J Clin Monit Comput*. 2021;35:1411-1419. doi: 10.1007/s10877-020-00618-4.
- Gibbs FA, Gibbs LE, Lennox WG. Effects on the electroencephalogram of certain drugs which influence nervous activity. *Arch Intern Med*. 1937;60:154-166.
- Dahaba AA. Benefits and boundaries of pEEG monitors when they do not concur with standard anesthetic clinical monitoring: lights and shadows. *Minerva Anesthesiol*. 2020;86:304-316. doi: 10.23736/S0375-9393.19.13959-4.
- Isley MR, Edmonds HL Jr, Stecker M; American Society of Neurophysiological Monitoring. Guidelines for intraoperative neuromonitoring using raw and quantitative EEG: a position statement by the American Society of Neurophysiological Monitoring. *J Clin Monit Comput*. 2009;23:369-390. doi: 10.1007/s10877-009-9191-y.
- Jildenstal P, Backstrom A, Hedman K, Warrén-Stomberg M. Spectral edge frequency during general anaesthesia: A narrative literature review. *J Int Med Res*. 2022;50:3000605221118682. doi: 10.1177/03000605221118682.
- Fukuda S, Yasuda A, Lu Z, et al. Effect sites of anesthetics in the central nervous system network looking into mechanisms for natural sleep and anesthesia. *Masui*. 2011;60:544-558.
- Brown EN, Pavone KJ, Naranjo M. Multimodal general anesthesia: theory and practice. *Anesth Analg*. 2018;127:1246-1258. doi: 10.1213/ANE.0000000000003668.
- Li Y, Bohringer C, Liu H. Double standard: why electrocardiogram is standard care while electroencephalogram is not? *Curr Opin Anaesthesiol*. 2020;33:626-632. doi: 10.1097/ACO.0000000000000902.
- Yli-Hankala A, Scheinin H. Is it possible to measure the depth of anesthesia using electroencephalogram? *Duodecim*. 2015;131:1929-1936.
- Mihara K, Nakahara H, Iwashita K, Shigematsu K, Yamaura K, Akiyoshi K. Cerebral hemorrhagic infarction was diagnosed subsequently after high-amplitude slow waves detected on processed electroencephalogram during sedation: a case report. *JA Clin Rep*. 2021;7:79. doi: 10.1186/s40981-021-00483-3.
- Punjasawadwong Y, Chau-In W, Laopaiboon M, et al. pEEG and evoked potential techniques for amelioration of postoperative delirium and cognitive dysfunction following non-cardiac and non-neurosurgical procedures in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;5:CD011283. doi: 10.1002/14651858.CD011283.pub2.
- MacKenzie KK, Britt-Spells AM, Sands LP, Leung JM. Processed electroencephalogram monitoring and postoperative delirium: a systematic review and meta-analysis. *Anesthesiology*. 2018;129:417-427. doi: 10.1097/ALN.0000000000002323.
- Aldecoa C, Bettelli G, Bilotta F, et al. European Society of Anaesthesiology evidence-based and consensus-based guideline on postoperative delirium. *Eur J Anaesthesiol*. 2017;34:192-214. doi: 10.1097/EJA.0000000000000594.
- Wildes TS, Mickle AM, Ben Abdallah A, et al.; ENGAGES Research Group. Effect of EEG-guided anesthetic administration on postoperative delirium among older adults undergoing major surgery. *JAMA*. 2019;321:473-483. doi: 10.1001/jama.2018.22005.
- Chan MTV, Hedrick TL, Egan TD, et al; Perioperative Quality Initiative (POQI) 6 Workgroup. Joint consensus statement on the role of neuromonitoring in perioperative outcomes. *Anesth Analg*. 2020;130:1278-1291. doi: 10.1213/ANE.0000000000004502.
- Sanz-García A, Pérez-Romero M, Pastor J, et al. Identifying causal relationships between EEG activity and intracranial pressure changes in neurocritical care patients. *J Neural Eng*. 2018;15:066029. doi: 10.1088/1741-2552/aadeea.
- Canac N, Jalaleddini K, Thorpe SG, et al. Review: pathophysiology of intracranial hypertension and noninvasive intracranial pressure monitoring. *Fluids Barriers CNS*. 2020;17:40. doi: 10.1186/s12987-020-00201-8.
- Ajcevic M, Furlanis G, Miladinovic A, et al. Early EEG alterations correlate with CTP hypoperfused volumes and neurological deficit: a wireless EEG Study in hyper-acute ischemic stroke. *Ann Biomed Eng*. 2021;49:2150-2158. doi: 10.1007/s10439-021-02735-w.
- Block L, El-Merhi A, Liljencrantz J, et al. Cerebral ischemia detection using artificial intelligence. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2020;64:1335-1342. doi: 10.1111/aas.13657.
- Caballero A, Benet P, Bobi J, Fontanals J, Magaldi M, Mérida E. Bispectral index in an experimental model of cardiac arrest: monitoring during cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2019. doi: 10.1016/j.resuscitation.2019.06.030.
- Eveson L, Vizcaychipi M, Patil S. Role of bispectral index monitoring and burst suppression in prognostication following out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review protocol. *Syst Rev*. 2017;6:191. doi: 10.1186/s13643-017-0584-6.



# Anestesia del tronco encefálico posterior a bloqueo retrobulbar en cirugía oftalmológica. Reporte de caso

*Brainstem anesthesia after retrobulbar block in ophthalmic surgery. Case report*

Dra. Alejandra Huerta-López\*

**Citar como:** Huerta-López A. Anestesia del tronco encefálico posterior a bloqueo retrobulbar en cirugía oftalmológica. Reporte de caso. Rev Mex Anestesiología. 2024; 47 (1): 46-51. <https://dx.doi.org/10.35366/114097>

**RESUMEN.** La morbilidad perioperatoria en cirugía oftalmológica es baja, considerando que la mayor parte de la población que requiere estos procedimientos son pacientes de edad avanzada con múltiples comorbilidades. Embriológicamente el nervio óptico y las capas meníngeas que lo recubren se derivan del ectodermo y están estrechamente relacionadas con las capas meníngeas que recubren al sistema nervioso central, de esta forma la punción inadvertida de las mismas durante los bloqueos orbitarios provocan diseminación del fármaco por medio del líquido cefalorraquídeo a través del espacio subaracnoideo hasta el tronco encefálico. Se reporta el caso de paciente femenino de 61 años de edad, programada para lavado de cámara vítrea en ojo izquierdo. La técnica anestésica fue sedación más bloqueo retrobulbar; posterior a dicho procedimiento, se observa deterioro neurológico, alteraciones cardiovasculares, disminución de la saturación de oxígeno manteniendo ventilación espontánea, pero con obstrucción de la vía aérea; se da apoyo ventilatorio y se administra antihipertensivo, respondiendo favorablemente 40 minutos después del bloqueo retrobulbar. La relación entre un bloqueo orbitario y la aparición de sintomatología neurológica, cardiovascular y/o respiratoria debe suscitar sospechas de anestesia del tronco encefálico. Lo más importante es el reconocimiento y atención temprana de esta complicación para evitar secuelas neurológicas, cardiovasculares o incluso la muerte.

**ABSTRACT.** Perioperative morbidity and mortality in ophthalmic surgery is low, considering that most of the population that requires these procedures are elderly patients with multiple comorbidities. Embryologically, the optic nerve and the meningeal sheaths that cover it originate from the ectoderm, are closely related to the meningeal layers that cover the central nervous system, whereby their inadvertent puncture during orbital blocks causes drug spread by the cerebrospinal fluid through the subarachnoid space to the brainstem. The case of a 61-year-old female patient is reported, programmed for lavage of the left eye vitreous chamber. The anesthetic technique was sedation and retrobulbar block; after this procedure, neurological impairment, cardiovascular alterations, decreased oxygen saturation were observed, maintaining spontaneous ventilation but with airway obstruction; ventilatory support is given and antihypertensive is administered, responding favorably 40 minutes after retrobulbar block. The relationship between an orbital block and the appearance of neurological, cardiovascular or respiratory symptoms should raise suspicion of brainstem anesthesia. The most important thing is early recognition and attention to this complication, to avoid neurological and cardiovascular sequelae or even death.

## INTRODUCCIÓN

La anestesia del tronco encefálico posterior a bloqueo retrobulbar en cirugía oftalmológica es una complicación rara, pero que pone en riesgo la vida del paciente, si no se da una atención adecuada.

La morbilidad y mortalidad perioperatorias relacionadas con una cirugía oftalmológica son bajas, tomando en cuenta que la mayor parte de la población que requiere este tipo de procedimientos son pacientes de edad avanzada con

múltiples comorbilidades. Se han estudiado las muertes asociadas a procedimientos oftalmológicos, obteniendo así una mortalidad de 0.10%, la cual es menor comparada con pacientes sometidos a procedimientos electivos de cirugía general<sup>(1)</sup>.

El control anestésico contribuye al éxito o fracaso de la cirugía. Las técnicas de anestesia regional comúnmente utilizadas en oftalmología incluyen bloqueo intraconal (bloqueo retrobulbar), bloqueo extraconal (bloqueo peribulbar), subtenoniano, subconjuntival o anestesia tópica.

### Palabras clave:

cirugía oftalmológica, bloqueo retrobulbar, anestesia tronco encefálico.

### Keywords:

ophthalmic surgery, retrobulbar block, brain stem anesthesia.

\* Médico Especialista en Anestesiología, egresada del Centro Médico Nacional La Raza, Hospital de Especialidades «Dr. Antonio Fraga Mouret». Anestesióloga adscrita en el Hospital Oftalmológico Nuestra Señora de la Luz I.A.P. y del Hospital de Traumatología y Ortopedia «Dr. Victorio de la Fuente Narváez», Unidad Médica de Alta Especialidad Magdalena de la Salinas. México.

### Correspondencia:

**Dra. Alejandra Huerta-López**  
E-mail: [dra.ale.huerta87@gmail.com](mailto:dra.ale.huerta87@gmail.com)  
com / [dra.ale.huerta@hotmail.com](mailto:dra.ale.huerta@hotmail.com)

Recibido: 26-07-2022

Aceptado: 25-05-2023



En países del primer mundo se ha sustituido el bloqueo retrobulbar por la técnica subtenoniana o peribulbar; sin embargo, ninguna técnica es completamente segura. Debido a la anatomía de la órbita y sus estructuras adyacentes, hay múltiples complicaciones que se pueden presentar posterior a la administración de bloqueo retrobulbar o peribulbar.

La innervación motora de los músculos extraoculares está dada por:

- El nervio motor ocular (III): inerva al recto superior, recto inferior, recto medial y oblicuo inferior.
- El nervio troclear (IV): proporciona control motor al músculo oblicuo superior del ojo.
- El nervio abducens (VI): inerva al músculo recto externo.

Los cuatro músculos rectos delinean el cono retrobulbar, el cual no tiene membrana intermuscular alguna.

Todos los nervios, excepto el troclear (IV), pasan dentro del cono muscular. Por lo tanto, la inyección de anestésico local dentro del cono suministra anestesia y acinesia del globo ocular y los músculos extraoculares, con excepción del nervio motor del músculo orbicular de los párpados, el cual tiene una trayectoria extraorbitaria y procede de la rama superior del nervio facial (VII).

En posición posterior al ecuador del globo ocular, el espacio extraconal sólo es un espacio virtual porque los músculos rectos están en contacto con las paredes óseas de la órbita<sup>(2)</sup>.

El **bloqueo retrobulbar** se caracteriza por la inyección de 3 a 5 mL de anestésico local dentro del espacio retrobulbar intraconal. Muchas estructuras importantes se localizan dentro del cono muscular, como son el nervio óptico (recubierto por las capas meníngeas), los vasos sanguíneos de la órbita, la innervación por el sistema nervioso autónomo, sensitiva y motora del globo ocular. En consecuencia, en el bloqueo retrobulbar la punta de la aguja se coloca cerca del nervio

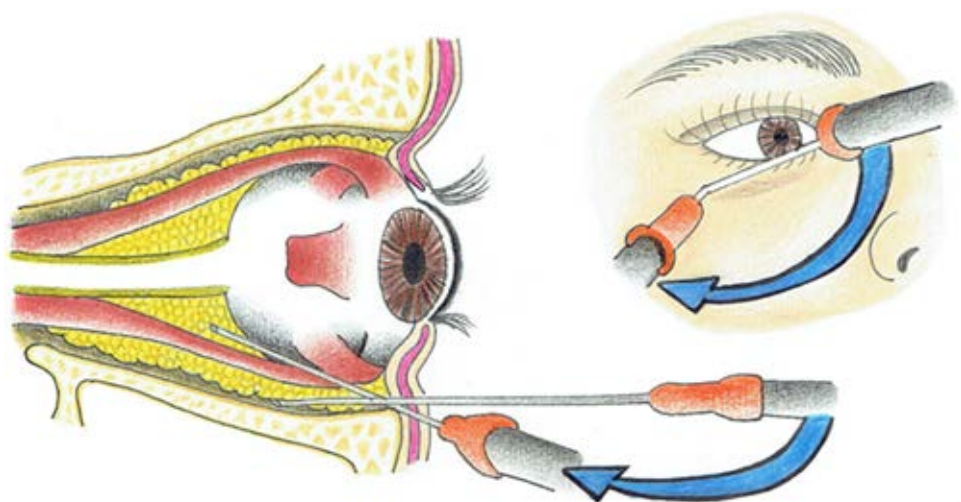
óptico y es razonable pensar que es posible la punción de la duramadre (*Figura 1*).

El **bloqueo peribulbar**, descrito por Davis y Mandel en 1986, fue desarrollado como una opción segura de bloqueo oftálmico, sin disminuir la calidad de la anestesia, el cual se realiza colocando la aguja en el espacio extraconal; por este motivo, el volumen de anestésico administrado debe ser mayor que en el bloqueo retrobulbar, para que pueda difundirse dentro del cono muscular y proporcionar una adecuada anestesia (*Figura 2*)<sup>(3)</sup>.

Las complicaciones de la anestesia retrobulbar pueden resultar en:

1. Las que se limitan al globo ocular y sus estructuras adyacentes: se categorizan en cuatro grupos distintos «**OPHT**» (las primeras cuatro letras de **OPHT**halmology)<sup>(4)</sup>.  
**O**: aquellas relacionadas al nervio Óptico.  
**P**: Penetración o Perforación del globo ocular.  
**H**: Hemorragia.  
**T**: mio**T**oxicidad (lesión farmacológica o por la aguja en uno o más de los músculos extraoculares).
2. Sistémicas: secundarias a toxicidad del anestésico local o el vehículo en el que está disuelto el mismo, como son alergia pudiendo llegar a anafilaxia, inyección inadvertida en la vasculatura periorbitaria, inyección en el espacio subaracnoideo provocando anestesia del tronco encefálico, la cual es el objetivo de este artículo.

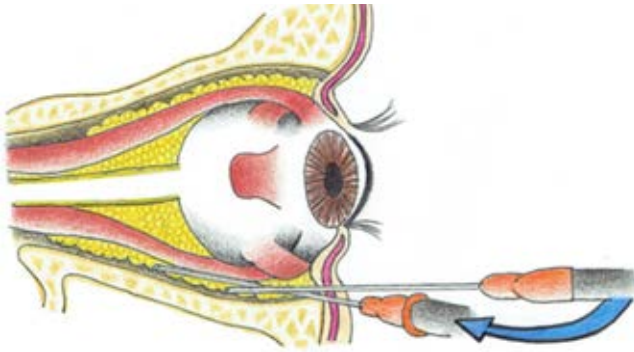
Embriológicamente el nervio óptico y las vainas meníngeas que lo recubren se derivan del ectodermo y están estrechamente relacionadas con las capas meníngeas que cubren el sistema nervioso central. La punción inadvertida de esta vaina durante los bloqueos orbitarios puede provocar la inyección y diseminación del fármaco por medio del líquido cefalorraquídeo a través del espacio subaracnoideo hasta llegar



**Figura 1:**

Bloqueo retrobulbar.  
Imagen realizada por la autora.





**Figura 2:** Bloqueo peribulbar.  
Imagen realizada por la autora.

al sistema nervioso central tronco encefálico, en donde se localizan estructuras importantes como el centro respiratorio, el centro cardio-acelerador y la emergencia de algunos pares craneales (*Figura 3*).

La aparición de signos y síntomas secundarios a anestesia del tronco encefálico suelen ocurrir dentro de los primeros 15 minutos posteriores a la administración del bloqueo retrobulbar. Se puede presentar somnolencia, agitación, confusión, amaurosis, midriasis, oftalmoplejía del ojo contralateral, temblor, náusea, vómito, afasia, convulsiones, alteraciones cardiovasculares como hipotensión o hipertensión, bradicardia o taquicardia y, en el peor de los casos, depresión respiratoria, pérdida del estado de consciencia y paro cardiorrespiratorio. También se han reportado casos con manifestaciones clínicas asociadas con la anestesia de los pares craneales que emergen del tronco encefálico, como sordera, disartria, disfonía, disfagia.

## PRESENTACIÓN DEL CASO

Paciente femenino de 61 años de edad con diagnóstico de desprendimiento de retina en ojo izquierdo, programada para lavado de cámara vítrea.

Hipertensión arterial sistémica de cinco años de diagnóstico en tratamiento con losartán 50 mg cada 12 horas, con un adecuado control.

Antecedentes quirúrgicos: cesárea, cirugía de retina en ojo izquierdo hace dos años por desprendimiento de la misma con sedación y anestesia regional oftálmica sin complicaciones.

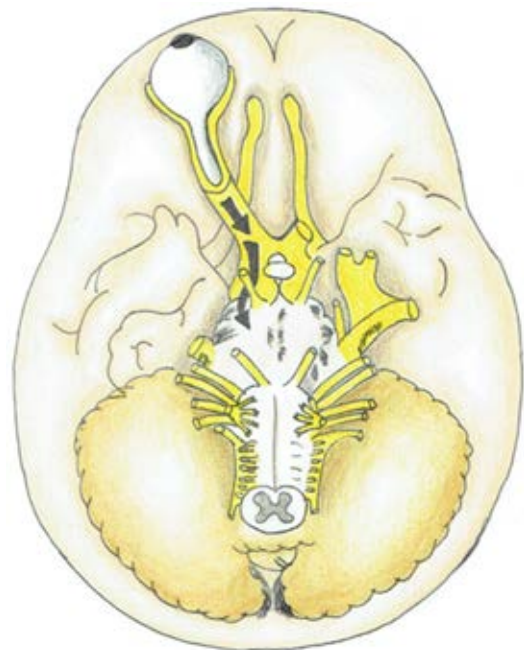
Laboratorios: hemoglobina 13 g/dL, hematocrito 43%, leucocitos 5,200 células/mm<sup>3</sup>, plaquetas 302,000 células/mm<sup>3</sup>, tiempo de protrombina (TP) 12 s, TTP 30 s, INR 0.9, glucosa 83 mg/dL, urea 31 mg/dL, creatinina 0.8 mg/dL, colesterol 214 mg/dL, triglicéridos 275 mg/dL, hepatitis B no reactiva, VIH no reactivo, examen general de orina (EGO) en parámetros normales.

Electrocardiograma: ritmo sinusal, frecuencia cardíaca (FC) 60, sin datos de hipertrofia de cavidades cardíacas, sin isquemia, lesión o necrosis.

Valoración por medicina interna: hipertensión en control, sin contraindicación para realizar procedimiento quirúrgico, Goldman I, ASA 2, Lee score 0.4% muy bajo riesgo para eventos cardiovasculares mayores.

Ingresa paciente a sala consciente, orientada en las tres esferas, tranquila, cooperadora; se administra tetracaína y TP (tropicamida + fenilefrina 8 mg, 50 mg/mL) vía oftálmica, monitoreo continuo no invasivo (presión arterial no invasiva, oximetría de pulso, saturación de oxígeno, cardioscopia); signos vitales iniciales: presión arterial (TA) 150/85 mmHg, frecuencia cardíaca (FC) 65 lpm, saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) 95%, frecuencia respiratoria (FR) 15 rpm, oxígeno suplementario por puntas nasales 4 L/min. Se administra sedación y narcosis midazolam 1.5 mg IV + fentanilo 50 µg IV; presión arterial posterior a manejo de ansiólisis 135/82 mmHg, FC: 60 lpm, SpO<sub>2</sub> 99%, FR: 13 rpm. Médico oftalmólogo realiza bloqueo retrobulbar en ojo izquierdo, previa aspiración y verificación de contenido hemático negativo en la jeringa y sin resistencia al paso del anestésico local; se administra volumen 4 ml: 2 ml de lidocaína 1% 40 mg + 2 ml de bupivacaína 0.25% 10 mg.

Posterior a tres minutos de dicho procedimiento, se observa disminución paulatina en la saturación de oxígeno llegando hasta 70%; además, hipertensión arterial sistémica 170/100 mmHg, taquicardia sinusal FC: 110-115 lpm. Se evalúa estado de consciencia respondiendo a estímulo doloroso, midriasis pupilar bilateral, mantiene ventilación espontánea con bradip-



**Figura 3:** Nervio óptico y relación con el tronco encefálico.  
Imagen realizada por la autora.

nea y disociación toraco-abdominal, se da apoyo ventilatorio, realizando maniobra de subluxación mandibular y colocación de mascarilla facial; se incrementa flujo de oxígeno 8 L/min, recuperando  $\text{SpO}_2$  98%. La frecuencia cardíaca y presión arterial incrementaron paulatinamente TA: 180/105 mmHg, FC 118 lpm (cinco minutos después de bloqueo retrobulbar), TA: 190/110 mmHg, FC: 120 lpm (10 minutos posterior a bloqueo retrobulbar). Ante la ausencia de una evolución favorable y para prevenir complicaciones cardiocerebrovasculares, se administró dinitrato de isosorbide spray sublingual 3.75 mg; a los 15 minutos de la administración del mismo presenta TA 150/85 mmHg, FC 105 lpm, manteniendo ventilación espontánea con apoyo de la misma, pero sin recuperar el estado de alerta.

La cirugía fue cancelada, se mantuvo a la paciente en observación durante 120 minutos; recuperó el estado de consciencia a los 40 minutos posteriores al bloqueo retrobulbar; la presión arterial y la frecuencia cardíaca fueron en decremento llegando hasta 140/82 mmHg, FC 72 lpm,  $\text{SpO}_2$  95-98% con  $\text{FiO}_2$  21%. En el transcurso de este tiempo, no se observaron cambios electrocardiográficos en el cardioscopio, tampoco se presentaron complicaciones cardiocerebrovasculares clínicamente aparentes cuando la paciente recuperó el estado de consciencia. El procedimiento quirúrgico fue realizado una semana después de manera exitosa sin complicación alguna.

## DISCUSIÓN

En un estudio retrospectivo, realizado por Nicoll y colaboradores<sup>(5)</sup>, que involucró 6,000 pacientes a los cuales se administró bloqueo retrobulbar, la incidencia de anestesia del tronco encefálico registrada fue de 0.27%. Hamilton reportó la incidencia de anestesia del tronco encefálico en tres de 1,500 pacientes<sup>(6)</sup>. Algunos otros mencionan uno en 350-500<sup>(7)</sup>. A pesar de que esta complicación tiene una incidencia muy baja, las consecuencias pueden ser mortales si no se da atención oportuna y adecuada.

En un estudio realizado en cadáveres, se inyectó medio de contraste en la vaina del nervio óptico; posterior a esto, se realizaron estudios de imagen, los cuales demostraron que el medio de contraste se difundió a lo largo del espacio subaracnoideo, llegando hasta el mesencéfalo, el cual rodea una parte del centro respiratorio<sup>(8)</sup>.

En otra investigación, se realizó la disección de órbitas en 24 cadáveres, se inyectó 0.5 ml de azul de metileno en la vaina del nervio óptico y se demostró que el tinte azul se desplazó a lo largo del espacio subaracnoideo hasta la cisterna quiasmática en la fosa craneal media. En las órbitas no disecadas de los mismos cadáveres, se realizaron inyecciones retrobulbares; se midió la presión generada por la inyección en la vaina del nervio óptico (138 mmHg), la cual fue tres a cuatro veces mayor que la producida por la inyección en el

tejido adiposo retrobulbar (35 mmHg), documentando así las descripciones anecdóticas de los aumentos de la resistencia tras la inyección en la vaina del nervio óptico<sup>(9)</sup>.

Como ya se ha mencionado, las manifestaciones clínicas pueden ser muy variables: Javitt y asociados estudiaron una serie de ocho pacientes que presentaron síntomas relacionados a anestesia de tronco encefálico posterior a la administración de bloqueo retrobulbar. De estos ocho casos, seis progresaron a apnea que ameritó intubación orotraqueal y ventilación mecánica. Otros hallazgos neurológicos incluyeron dilatación pupilar del ojo contralateral (6:8 pacientes), amaurosis del ojo contralateral (5:8 pacientes), disfagia (4:8 pacientes), parálisis de la mirada del ojo contralateral (2:8 pacientes). Sólo dos casos no ameritaron manejo avanzado de la vía aérea. El inicio de los síntomas fue desde los 2-5 minutos, llegando a su punto clímax a los 10 minutos. Los pacientes que presentaron apnea, recuperaron la ventilación espontánea a los 30-60 minutos. En todos los casos los hallazgos se resolvieron dentro de las primeras 12 horas<sup>(10)</sup>.

Kostadinov y su grupo reportan el caso de un paciente femenino de 82 años de edad, programada para láser de micropulsado transescleral que ocho minutos posteriores al bloqueo retrobulbar presentó Glasgow de 3, bradicardia 40 latidos por minuto (lpm), hipotensión 50/30 mmHg, paro respiratorio con  $\text{SpO}_2$  54%. Se da apoyo con vasopresores y manejo avanzado de la vía aérea. La paciente fue trasladada a la Unidad de Cuidados Intensivos en donde tuvo una recuperación adecuada sin dejar secuelas<sup>(11)</sup>.

Calleja y su equipo registraron un caso de paresia del III par craneal posterior a bloqueo retrobulbar en un paciente sometido a cirugía de catarata de ojo derecho. Ocho minutos después de administrado el anestésico local, presentó midriasis, ptosis palpebral, limitación de la función del recto interno y superior del ojo contralateral, agitación, desorientación, cianosis, diaforesis, disminución de la saturación de oxígeno, elevación de cifras de presión arterial, taquicardia y ausencia de la respuesta a estímulos<sup>(12)</sup>.

Howard y colaboradores presentan un caso de anestesia de tronco encefálico con síntomas atípicos como son sordera y disartria, lo cual hace notar que los nervios craneales afectados fueron el VIII (N. acústico) y el XII (N. hipogloso). Este fue el caso de un paciente masculino sometido a colocación de injerto de membrana amniótica corneal en ojo izquierdo por un trauma ocular penetrante. Se administró bloqueo retrobulbar, el cual se llevó a cabo sin complicaciones aparentes; sin embargo, 10 minutos después, el paciente presentó somnolencia, pero respondía al estímulo verbal, taquicardia de 140 lpm, hipertensión 240/110 mmHg, la cual fue inmediatamente tratada con nicardipino y labetalol, siendo estabilizada cinco minutos después. No presentó depresión respiratoria, la  $\text{SpO}_2$  se mantuvo en 98%. El paciente fue egresado a la Unidad de Cuidados Postanestésicos en donde se realizó una exploración



nerológica, observando parálisis facial izquierda, disartria e incapacidad para protruir la lengua. El paciente sólo tenía apertura ocular e indicó, mediante señas, que no podía escuchar. Nunca perdió el estado de consciencia<sup>(13)</sup>.

En la anestesia del tronco encefálico posterior a bloqueo retrobulbar el anestésico local penetra en el espacio subaracnoideo a nivel craneal (las fibras nerviosas del sistema parasimpático emergen a nivel craneal y sacro) por lo cual un bloqueo parasimpático es evidente manifestándose hipertensión, taquicardia, pérdida del estado de consciencia y apnea por afectación del centro respiratorio a nivel del tallo cerebral.

Cuando la administración accidental de grandes volúmenes de anestésico en el espacio subaracnoideo es a nivel lumbar, hay signos de bloqueo simpático (las fibras nerviosas simpáticas emergen a nivel toracolumbar), hipotensión arterial y bradicardia, los cuales pueden ser seguidos de apnea por afectación del centro respiratorio a nivel del tallo cerebral.

Hamilton y colegas reportaron el caso de una paciente que tras la anestesia retrobulbar presentó de manera inicial disfagia, lo cual indica que hubo una afectación temprana del nervio glosofaríngeo (par craneal IX), provocando una abolición del reflejo del seno carotídeo que está inervado por este par craneal, explicando así el mantenimiento de la actividad simpática sostenida (hipertensión y taquicardia), las cuales normalmente se estabilizarían con el ajuste del reflejo del barorreceptor carotídeo<sup>(6)</sup>.

Nuestra paciente no presentó manifestaciones clínicas atípicas, como alteraciones específicas de los pares craneales o graves como paro cardiorrespiratorio; sin embargo, tuvo deterioro neurológico, hipertensión y taquicardia, con lo cual podemos pensar que hubo un bloqueo en la actividad vagal y, como consecuencia, sobreexpresión del sistema nervioso simpático.

A pesar de que se ha sustituido el bloqueo retrobulbar por la técnica subtenoniana o peribulbar, ninguna técnica es segura; cabe mencionar que una desventaja de la anestesia peribulbar es que la posición final de la punta de la aguja en relación con el cono muscular no está confirmada, puesto que es una técnica a ciegas. Como ejemplo, Maciel y colaboradores reportan el caso de paciente femenino de 60 años de edad, sometida a cirugía de catarata, con bloqueo peribulbar. De manera inmediata a la administración del mismo, presenta apnea y pérdida del estado de consciencia; inicialmente se da ventilación manual asistida con mascarilla facial con SpO<sub>2</sub> 94%, y posteriormente manejo avanzado de la vía aérea; los signos vitales TA: 200/120 mmHg, FC: 150 lpm, midriasis bilateral. Se administró captopril sublingual 25 mg; 20 minutos después de la administración del antihipertensivo, las cifras tensionales fueron 130/80 mmHg, FC 90 lpm, SpO<sub>2</sub> 99%. Se realizó el procedimiento quirúrgico; la paciente fue extubada al término del mismo, sin complicaciones y sin presentar déficit neurológico<sup>(14)</sup>.

## CONCLUSIONES

La anestesia del tronco encefálico es una posible complicación posterior a bloqueo retrobulbar, por lo que todos los pacientes sometidos a cirugía oftalmológica deben ser vigilados por un anestesiólogo con un monitoreo continuo no invasivo: oximetría de pulso, trazo electrocardiográfico y frecuencia cardíaca por medio de cardioscopio, presión arterial no invasiva, administración de oxígeno suplementario por puntas nasales o mascarilla facial y tener una vía venosa periférica permeable.

Se debe tener presente que la relación entre un bloqueo ocular y la aparición de sintomatología neurológica, cardiovascular y/o respiratoria debe suscitar sospechas de anestesia del tronco encefálico.

Para evitar complicaciones durante la técnica anestésica retrobulbar, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Conocer la anatomía del globo ocular y de la órbita.
2. Conocer la técnica del procedimiento para anestesia retrobulbar.
3. Asesoramiento preoperatorio del paciente acerca del procedimiento y mantenimiento de la mirada en una posición neutral (el paciente debe estar mirando hacia enfrente).
4. Usar una aguja apropiada (25 G, 31 mm de longitud, sin bordes cortantes).
5. Posición apropiada de la aguja, verificar aspirando si no se está en el espacio intravascular.
6. No insertar la aguja más de 31 mm.
7. No continuar administrando el anestésico local si se presenta resistencia al inyectar el mismo.

Lo más importante es el reconocimiento temprano de esta complicación. En primera instancia debemos observar con mayor atención el estado de consciencia del paciente, así como los signos vitales los primeros 15 minutos posteriores a la administración de la anestesia retrobulbar; sin embargo, el período de latencia entre el bloqueo y la aparición de los síntomas es muy variable y puede estar influenciado por muchos factores, incluida la anatomía de la órbita, el volumen del anestésico local administrado, la velocidad de propagación. El antecedente de trauma ocular o cirugías oftalmológicas previas nos hace pensar en la existencia de tejido fibroso intraorbitario y alteración de la anatomía del mismo.

Es importante descartar lesiones neurológicas o cardiovasculares agudas que produzcan síntomas parecidos como lo son: urgencia hipertensiva, síndrome isquémico coronario agudo, evento vascular cerebral.

El tratamiento puede implicar control o supresión de crisis convulsivas, soporte vital avanzado (ACLS), empezando con el control de la vía aérea desde ventilación manual asistida o de ser

necesario intubación orotraqueal y reanimación cardiocerebrovascular, incluyendo administración de líquidos parenterales, uso de vasopresores con la finalidad de mantener al paciente

estable y preservar así la función de órganos vitales. Si se da una atención adecuada y oportuna, es posible evitar complicaciones neurológicas, cardiovasculares o incluso la muerte.

## REFERENCIAS

1. Quigley HA. Mortality associated with ophthalmic surgery. A 20-year experience at the Wilmer Institute. *Am J Ophthalmol*. 1974;77:517-524.
2. Capítulo 21: Anestesia local y regional para la intervención quirúrgica ocular. Hadzic A. *Tratado de anestesia regional y manejo del dolor agudo*. China: McGraw-Hill; 2010. pp. 361-372.
3. Davis DB 2nd, Mandel MR. Posterior peribulbar anesthesia: an alternative to retrobulbar anesthesia. *J Cataract Refract Surg*. 1986;12:182-184.
4. Hamilton R. A discourse on the complications of retrobulbar and peribulbar blockade. *Can J Ophthalmol*. 2000;35:363-372.
5. Nicoll JM, Acharya PA, Ahlen K, Baguneid S, Edge KR. Central nervous system complications after 6000 retrobulbar blocks. *Anesth Analg*. 1987;66:1298-1302.
6. Hamilton RC. Brain stem anesthesia following retrobulbar blockade. *Anesthesiology*. 1985;63:688-690.
7. Hamilton RC. Brain-stem anesthesia as a complication of regional anesthesia for ophthalmic surgery. *Can J Ophthalmol*. 1992;27:323-325.
8. Drysdale DB. Experimental subdural retrobulbar injection of anesthetic. *Ann Ophthalmol*. 1984;16:716-718.
9. Boardman CW, Bruce B, Dean EH, Herman T. Subarachnoid injection - A potential complication of retrobulbar block. *Anesthesiology*. 1989;71:845-847.
10. Javitt JC, Addiego R, Friedberg HL, Libonati MM, Leahy JJ. Brain stem anesthesia after retrobulbar block. *Ophthalmology*. 1987;94:718-724.
11. Kostadinov I, Hostnik A, Cvenkel B, Potocnik I. Brainstem anaesthesia after retrobulbar block. *Open Med (Wars)*. 2019;14:287-291.
12. Aranda Calleja MA, Martínez Pueyo A, Bellido Cuellar S, García Ruíz P. Paresia de III par craneal y afectación troncoencefálica por difusión intradural de anestesia retrobulbar. *Neurología*. 2011;26:563-564.
13. Palte HD, Hoa DP, Pavon Canseco A. Surdity in the OR: an unusual case of brainstem anesthesia. *Case Rep Anesthesiol*. 2017;2017:4645381.
14. Carneiro HM, Oliveira B, Avila MP, Alves Neto O. Brainstem anesthesia after extraconal retrobulbar block: can it be avoided? Case report. *Rev Bras Anesthesiol*. 2007;57:391-400.



# Bloqueo interescalénico en desarticulación de miembro torácico derecho por liposarcoma pleomórfico, para prevención de dolor de miembro fantasma. Reporte de caso

*Interscalene block in right thoracic limb disarticulation due to pleomorphic liposarcoma, for the prevention of phantom limb pain. Case report*

Dr. Jaime Alberto Ramírez-Villagómez,\*

Dr. Jesús Navarrete-Guzmán,† Dr. Javier Rafael González-González‡

**Citar como:** Ramírez-Villagómez JA, Navarrete-Guzmán J, González-González JR. Bloqueo interescalénico en desarticulación de miembro torácico derecho por liposarcoma pleomórfico, para prevención de dolor de miembro fantasma. Reporte de caso. Rev Mex Anestesiología. 2024; 47 (1): 52-56. <https://dx.doi.org/10.35366/114098>

**RESUMEN.** El liposarcoma pleomórfico es una neoformación de tejidos blandos, que afecta principalmente las extremidades. Los pacientes que los presentan son candidatos a resección amplia o incluso amputación del miembro afectado. Como parte de una técnica anestésica integral y multimodal, destaca la utilización de bloqueos ecoguiados que disminuirán los requerimientos de opioides, teniendo un impacto importante en la preservación de la inmunidad del paciente oncológico, lo que le permitirá aumentar la tasa de supervivencia y su período libre de enfermedad; adicionando además un alfa 2 agonista, el cual nos brinda una adecuada analgesia postoperatoria, y realizando los bloqueos previos a la amputación, tenemos mayor tasa de éxito en la prevención del dolor y síndrome de miembro fantasma.

**ABSTRACT.** Pleomorphic liposarcoma is a neoformation, which mainly affects the extremities. Being the patient candidate to perform a wide resection or even amputation of the affected limb. As part of a multimodal anesthetic technique, the use of ultrasound-guided blocks are useful, reducing opioid requirements, having an important impact on the preservation of the cancer patient's immunity, also adding an alpha 2 agonist, which provides adequate postoperative analgesia, and performing the blocks prior to amputation, we have a higher success rate in the prevention of pain and phantom limb syndrome.

## Abreviaturas:

ASA = American Society of Anesthesiologist (physical status).  
AINE = antiinflamatorio no esteroideo.  
ACS NSQIP = surgical risk score.  
CAM = concentración alveolar mínima.  
ECOG = Eastern Cooperative Oncology Group (performance status).  
Entropía RE = de respuesta.  
Entropía SE = de estado.  
EVA = escala visual análoga.  
FC = frecuencia cardíaca.  
FiO<sub>2</sub> = fracción inspirada de oxígeno.  
FR = frecuencia respiratoria.  
INR = índice internacional normalizado.  
IV = intravenosa.  
PEEP = positive end-expiratory pressure.  
PFC = plasma fresco congelado.  
TA = presión arterial sistémica.

TAC = tomografía axial computarizada.  
TAM = presión arterial media.  
TOF = tren de cuatro.  
TP = tiempo de protrombina.  
TPT = tiempo de tromboplastina.  
VMCV = ventilación mecánica controlada por volumen.

**Palabras clave:** liposarcoma pleomórfico, bloqueo interescalénico ecoguiado, dexmedetomidina, analgesia multimodal, anestesia oncológica, dolor miembro fantasma.

**Keywords:** pleomorphic liposarcoma, ultrasound-guided interscalene block, dexmedetomidine, multimodal analgesia, oncological anesthesia, phantom limb pain.

\* Anestesiólogo, Centro Estatal de Atención Oncológica.

Morelia, Michoacán, México.

† Residente de Anestesiología, Hospital General Regional No. 1. Morelia, Michoacán, México.

## Correspondencia:

Dr. Jaime Alberto Ramírez-Villagómez

E-mail: jarvil12@hotmail.com

Recibido: 23-02-2022

Aceptado: 02-10-2023

## INTRODUCCIÓN

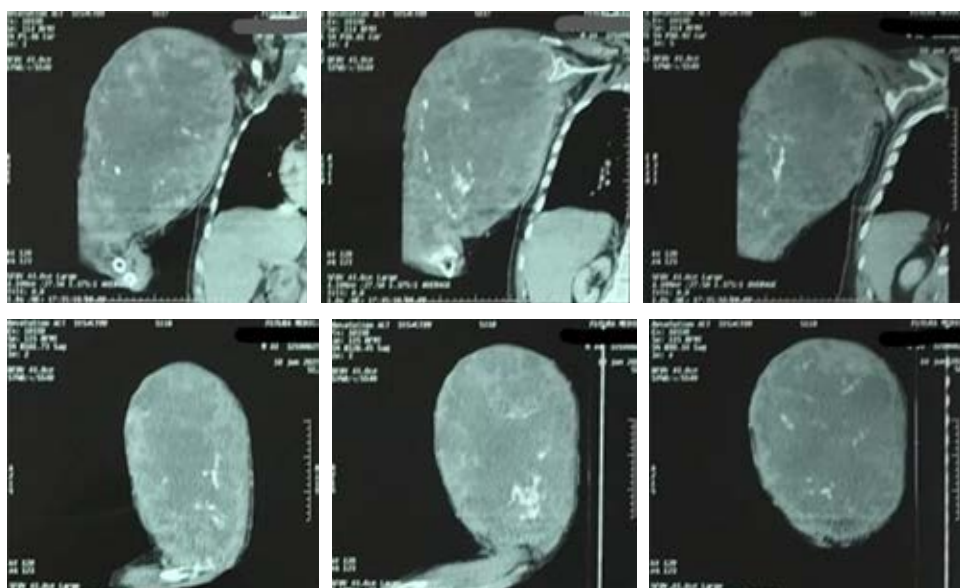
El liposarcoma pleomórfico, una neoformación de tejidos blandos, es un subtipo poco común del liposarcoma, el cual se reporta principalmente en pacientes mayores de 60 años. Su localización habitual es mayor en extremidades inferiores y afecta sobre todo planos profundos del muslo. Histológicamente es referido como un sarcoma de alto grado<sup>(1)</sup>.



El uso de una técnica combinada en el paciente con cáncer sometido a cirugía con el uso de anestésicos locales, permite alcanzar metas específicas, tales como reducir consumo de opioides y halogenados en el transoperatorio, si es que son utilizados, o mantener una anestesia total endovenosa con menores requerimientos de los fármacos empleados, mejorando así las condiciones inmediatas en el postoperatorio, optimizando el manejo del dolor y disminuyendo efectos indeseados como náusea y vómito, delirio postoperatorio, propiciando una recuperación acelerada y un egreso hospitalario temprano. Así como también, de acuerdo a la evidencia actual, se propone que puede estar asociado a mejoras significativas en la supervivencia general y el periodo libre de recurrencia<sup>(2,3)</sup>.

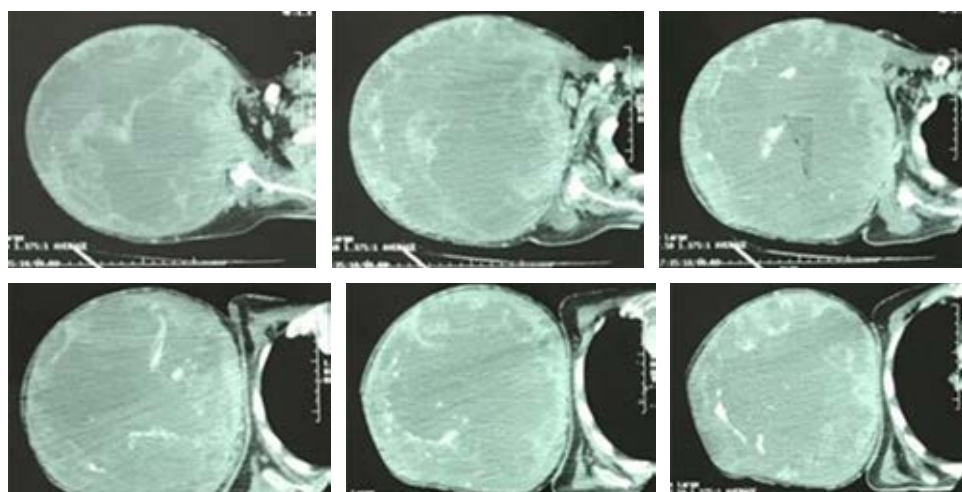
El bloqueo de plexo braquial a nivel interescalénico está indicado para las cirugías de hombro y porción superior del brazo. Realizar una técnica bajo visión ecográfica en tiempo real permite administrar anestésico local dirigido, utilizando menor cantidad de volumen y aumentando la tasa de éxito del bloqueo, así como disminuir complicaciones, lo que ofrece calidad y mayor marco de seguridad del procedimiento.

El dolor y síndrome de miembro fantasma es una complicación frecuente después de una amputación de alguna extremidad u órgano. Su fisiopatología es compleja e incluye cambios en el nervio periférico seccionado, el ganglio de la raíz dorsal, la médula espinal, la corteza cerebral y el tálamo. En estudios aleatorizados previos, se ha observado que el



**Figura 1:**

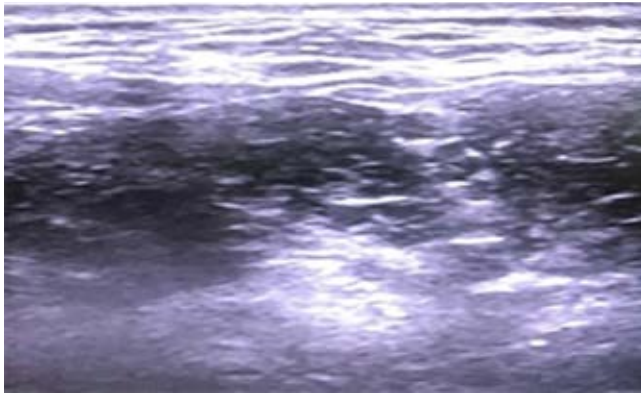
Tomografía axial computarizada cortes coronales. Se evidencia la lesión en miembro torácico derecho.



**Figura 2:**

Tomografía axial computarizada cortes axiales. Se observa el diámetro y el compromiso de la neoplasia sobre el miembro torácico derecho.





**Figura 3:** Imagen ecográfica del plexo braquial. Se identifican los troncos superior, medio e inferior en el surco interescapular mediante un transductor lineal previo a la administración del bloqueo.

bloqueo del nervio a seccionar con el uso de anestésico local en conjunto con un adyuvante, por ejemplo, dexmedetomidina ( $\alpha 2$  agonista) o dexametasona, resulta ser una intervención efectiva para prevenir el dolor agudo y crónico asociado a miembro fantasma<sup>(4,5)</sup>.

## PRESENTACIÓN DEL CASO

Paciente masculino de 44 años de edad. Con diagnóstico de liposarcoma pleomórfico de tejidos blandos en miembro torácico derecho, programado para realizar desarticulación, tomando clavícula y escápula derecha, en el Centro Estatal de Atención Oncológica de Morelia, Michoacán.

Al interrogatorio directo, niega enfermedades crónicas degenerativas, así como alergias, transfusiones y toxicomanías. No recibió radiaciones previas al evento quirúrgico ni quimioterapia neoadyuvante.

A la exploración física, consciente, orientado, cooperador, con palidez de piel y tegumentos +++. Cuello cilíndrico, móvil, tráquea central, Mallampati modificado II. Bellhouse-Dore: grado 1. Con tumoración de miembro torácico derecho de aproximadamente 30 × 40 cm, a tensión y con trama vascular aumentada, edematizada y dolorosa a la palpación y a la movilización, pulsos radial y cubital ipsilateral disminuido en intensidad. Resto sin alteraciones. Talla: 1.60 m. Peso: 58 kg. Peso predicho: 56.9 kg. Se anexa tomografía axial computarizada (*Figuras 1 y 2*).

ASA III E. ECOG: 3. Karnofsky: 50. Caprini: riesgo intermedio. ACS NSQIP: riesgo de complicaciones 10%, neumonía: 2%, infección de sitio quirúrgico: 3%, infección urinaria: 2%, readmisión hospitalaria: 10%, falla renal: 1%, riesgo de muerte: 2%.

Estudios de laboratorio: hemoglobina 8.8 g/dL, hematocrito 27.7, plaquetas 344,000, leucocitos 10,000, tiempo de

protrombina (TP) 14 segundos, tiempo de tromboplastina (TPT) 40 segundos, INR 1.0, glucosa 75 mg/dL, urea 23 mg/dL, creatinina 0.8 mg/dL.

Como parte de la valoración preoperatoria, se solicita contar con seis concentrados eritrocitarios y cuatro unidades de plasma fresco congelado (PFC).

Plan anestésico: anestesia general balanceada más bloqueo interescapular ecoguiado del plexo braquial.

Premedicación intravenosa (IV): paracetamol 1 g, ketorolaco 30 mg, metoclopramida 20 mg, cefalotina 2 g, midazolam 1.5 mg.

Ingresa paciente a sala quirúrgica. Se monitoriza tipo 1. Signos vitales iniciales: presión arterial sistémica (TA) 140/82, frecuencia cardíaca (FC): 88 latidos por minuto (lpm), frecuencia respiratoria (FR) 19 respiraciones por minuto (rpm). Como incidente, se presenta sangrado abundante en la zona de la tumoración tras la movilización de la camilla a la cama quirúrgica; la hemorragia es contenida mediante compresión efectiva por miembros del equipo quirúrgico. Ingresa con un acceso vascular periférico #18 y se coloca un segundo acceso #14. Se comienza la preoxigenación con  $\text{FiO}_2$  100%. Se realiza inducción IV: midazolam 1 mg, fentanyl 200  $\mu\text{g}$ , lidocaína 55 mg, propofol 50 mg, vecuronio 4 mg. Se da latencia farmacológica, se corrobora TOF 0, entropía 50. Se realiza videolaringoscopia con hoja 4, Cormack-Lehane 1, POGO 100%. Se orointuba al primer intento con tubo endotraqueal #8, se fija a 22 cm y se ajustan parámetros ventilatorios de acuerdo con peso predicho en modo VMCV: volumen tidal: 340 mL, FR: 12-14 rpm, IE: 1:2, PEEP: 6,  $\text{cmH}_2\text{O}$   $\text{P}_{\text{máx}}$  30  $\text{cmH}_2\text{O}$ ,  $\text{FiO}_2$ : 40%. Mantenimiento con desflurano CAM 0.7-0.8. Entropía entre 40-60.

Una vez asegurada la vía aérea, con técnica estéril y bajo visión ecográfica, ultrasonido GE Logic P6 PRO,



**Figura 4:** Desarticulación de la cabeza humeral derecha por parte del equipo de tumores mixtos de cirugía oncológica.



transductor lineal 12 MHz, se coloca bloqueo del plexo braquial de abordaje interescalénico con técnica en plano aguja ecogénica 21 G y se administra ropivacaína 0.5% 15 mL más dexmedetomidina 50 µg perineural (*Figura 3*).

Posteriormente, da comienzo el evento quirúrgico. Como hallazgo quirúrgico se realizó disección por planos hasta llegar a hueso axilar, subiendo hasta clavícula se liga vena y arteria subclavia; se liga plexo nervioso, se disecan músculos de inserción humeral, se desarticula cabeza del húmero y se retira conjuntamente con omóplato ipsilateral, verificando homeostasia y cierre por planos (*Figura 4*).

Durante el procedimiento se presentó sangrado aproximado de 2,000 mL, por lo cual el paciente requirió soporte con terapia hídrica con cristaloideas, alternando solución salina al 0.9% 1,500 mL y Hartmann 1,500 mL, norepinefrina en infusión para mantener presión arterial media (TAM) > 65 mmHg a dosis 0.04-0.08 µg/kg/min durante dos horas. Así como transfusión de hemocomponentes: cinco concentrados eritrocitarios (1,200 mL) y 4 PFC (569 mL). Diuresis: 0.8 mL/kg/h. Tiempo quirúrgico de dos horas 30 minutos y tiempo anestésico de tres horas.

Previo a la extubación, se realiza toma de gasometría arterial que reporta: pH 7.35, pCO<sub>2</sub> 39, pO<sub>2</sub> 150, HCO<sub>3</sub> 21.7, BE-3.9, Na 140, K 4.3, Ca 1.05, Cl 109, hematocrito 27, hemoglobina 9, glucosa 145, lactato 1. Por lo cual se decide realizar extubación corroborando TOF > 95%, entropía RE 96 SE 90, temperatura 36 °C, TA 113/76; posterior a destete gradual del soporte aminérgico, FC 86 lpm, SpO<sub>2</sub> 100%. Emerge sin complicaciones, Aldrete 9/10, EVA 0/10, Ramsay 2. Se administra ondansetrón 4 mg IV.

Se valoró cada ocho horas; manifiesta dolor del muñón y dolor de miembro fantasma. No presentó dolor del muñón en reposo, EVA 0/10 a las ocho, 16, 24, 48 horas. Dolor del muñón al movimiento sólo se presentó a las 24 horas (EVA 3/10), por lo que podemos referir como un dolor en adecuado control manejado con paracetamol IV con horario y ketorolaco 30 mg, sin requerir rescate de opioide. Es egresado a las 72 horas postoperatorias; el equipo quirúrgico prescribió AINE y pregabalina 150 mg durante dos meses.

Se dio seguimiento al paciente al mes, tres, seis y nueve meses de la intervención quirúrgica; durante este tiempo, el paciente se encuentra satisfecho del tratamiento analgésico recibido. A la fecha, nueve meses después, no presenta dolor o síndrome de miembro fantasma.

## DISCUSIÓN

Actualmente, se cuenta con estrategias preventivas del dolor y del síndrome del miembro fantasma; pero si no se toman medidas adecuadas, puede determinar la aparición de dolor crónico. Es rol fundamental del anestesiólogo, en el manejo perioperatorio, la prevención y manejo del dolor somático y neuropático en este escenario, ya que una vez establecido será un dolor de difícil control; y aunque este tipo de dolor es más comúnmente descrito en amputaciones de extremidades, también se presenta tras la amputación de dedos, orfejos, mastectomías, entre otros. Después de una amputación, aproximadamente 70% de los pacientes experimentan dolor de miembro fantasma y 50% desarrolla cronicidad<sup>(6)</sup>.

De manera ideal, de acuerdo con la evidencia científica actual, en el paciente con cáncer sometido a cirugía debería considerarse, como técnica anestésica, la anestesia total endovenosa (TIVA, por sus siglas en inglés) y, de ser posible, el manejo conjunto con anestesia regional; ésta por sí misma nos dará el beneficio de tener menores requerimientos de opioides, los cuales causan inmunosupresión, al igual que de halogenados en caso de ser utilizados cuando no se disponen los recursos materiales suficientes para mantener una anestesia endovenosa. Recientemente, en una revisión sistemática de 19 ensayos retrospectivos observacionales, el uso de halogenados se ha asociado directamente al incremento de expresión de factores prometastásicos y supresión de la inmunidad innata y adquirida, dando un efecto potencial carcinogénico<sup>(2,3,7)</sup>.

Por lo tanto, en el uso de una anestesia combinada, dependiendo el contexto quirúrgico, cobra relevancia la utilización de bloqueos regionales, tanto del neuroeje como de nervios periféricos, o interfaciales, así como la adición de adyuvantes para potenciar la calidad del bloqueo, y disminuir requerimientos de opioides para control de dolor postoperatorio. Tal es el caso de la dexmedetomidina que, desde 2017, en una revisión sistemática y metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados, se determina en dosis de 50 µg, la cual potencia el bloqueo, alargando la duración, optimizando la analgesia y como dosis segura para evitar el riesgo de bradicardia transitoria e hipotensión<sup>(8,9)</sup>.

**Responsabilidades éticas:** los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos:** los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Conflicto de intereses:** los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## REFERENCIAS

1. Toro Zambrano W, Gómez Durán A, Mayoral Guisado C, Hernández Amate A, Díaz Delgado M. Liposarcoma pleomórfico: estudio molecular de un caso y revisión bibliográfica. *Rev Esp Patol.* 2017;50:247-252.
2. Chang CY, Wu MY, Chien YJ, Su IM, Wang SC, Kao MC. Anesthesia and long-term oncological outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Anesth Analg.* 2021;132:623-634.
3. Soto G, Guerra Londono JJ, Cata JP. Efectos antiproliferativos de la lidocaína intravenosa y recurrencia de cáncer. *Rev Chil Anest.* 2023;52:768-775.
4. Ramirez J, Estrada S, Martinez R. Effectiveness of perineural dexmedetomidine and ropivacaine on preventing phantom limb pain in patients undergoing femoral supracondylar amputation. *GJMR.* 2020;20:11-17.
5. Cho HS, Kim S, Kim CS, Kim YJ, Lee JH, Leem JG. Effects of different anesthetic techniques on the incidence of phantom limb pain after limb amputation: a population-based retrospective cohort study. *Korean J Pain.* 2020;33:267-274.
6. Ahuja V, Thapa D, Ghai B. Strategies for prevention of lower limb post-amputation pain: a clinical narrative review. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2018;34:439-449.
7. Nathan N. Crosshairs on cancer: propofol versus inhalational agents and cancer outcomes. *Anesth Analg.* 2021;132:622.
8. Hussain N, Grzywacz VP, Ferreri CA, Atrey A, Banfield L, Shaparin N et al. Investigating the efficacy of dexmedetomidine as an adjuvant to local anesthesia in brachial plexus block: a systematic review and meta-analysis of 18 randomized controlled trials. *Reg Anesth Pain Med.* 2017;42:184-196.
9. Pitchon DN, Dayan AC, Schwenk ES, Baratta JL, Viscusi ER. Updates on multimodal analgesia for orthopedic surgery. *Anesthesiol Clin.* 2018;36:361-373.



## Stents traqueales: un obstáculo para la intubación

### *Airway stents: obstacle for intubation*

Dr. Adrián García-Romar<sup>\*,†</sup> Dra. Sonia González-Bardanca,<sup>\*</sup>  
Dr. Daniel Gullías-Soidán<sup>§</sup>

**Citar como:** García-Romar A, González-Bardanca S, Gullías-Soidán D. Stents traqueales: un obstáculo para la intubación. Rev Mex Anestesiología. 2024; 47 (1): 57-58. <https://dx.doi.org/10.35366/114099>

Sr. Editor:

En los últimos años, cada vez son más los pacientes sometidos a la colocación de *stents* a nivel traqueal, una alternativa para restaurar la permeabilidad e integridad de la vía aérea ante diversos procesos de etiología benigna o maligna. De esta manera, patologías como tumores, fistulas traqueoesofágicas, o estenosis postintubación, entre otras, se han visto beneficiadas de la implantación de esta técnica<sup>(1)</sup>. Sin embargo, la presencia de este dispositivo en la luz traqueal resulta una situación muy poco común en nuestra práctica diaria y que puede ocasionar un importante problema en la manipulación de la vía aérea si no se toman las medidas y precauciones adecuadas, llegando a ser causa de complicaciones que pongan en riesgo la vida del paciente.

Revisando la literatura, el manejo anestésico de portadores de *stents* traqueales para intervenciones quirúrgicas no relacionadas con la vía aérea es un tema insuficientemente descrito, limitándose a la publicación de diferentes registros de casos y sin existir protocolos definidos de práctica clínica. En 2004, Wei-Te Hung y colaboradores<sup>(2)</sup> describen una serie de tres casos clínicos donde emplean satisfactoriamente diversas mascarillas laríngeas para llevar a cabo anestesia general en distintos procedimientos con estos pacientes: inserción de un catéter doble J, colocación de un drenaje ventrículo-peritoneal, e inserción de una yeyunostomía de alimentación. Dos años más tarde, Davis y asociados<sup>(3)</sup> publican cuatro situaciones que requirieron manejo avanzado de la vía aérea para la intubación o la inserción de cánulas de traqueostomía, bajo visión directa con broncoscopio rígido o flexible, y destacando las dificultades y complicaciones que se originaron debido a la presencia del *stent* en cada situación. Raval y su grupo<sup>(4)</sup> refieren la importancia de la evaluación previa del paciente y de la situación anatómica y estado del *stent*, aportando diferentes opciones de manejo de la vía aérea en función del procedimiento; mientras que Navas-Blanco JR y su equipo<sup>(5)</sup> destacan que la existencia de este dispositivo en la vía aérea supone la necesidad de tratar al paciente como «vía aérea difícil», en un caso clínico que finaliza con el fallecimiento del paciente en una situación de «no intubable-no ventilable» debido a la presencia del *stent* traqueal.

En nuestra experiencia, la intubación orotraqueal de estos pacientes, si no se realiza con las precauciones adecuadas, puede dar lugar a complicaciones como desplazamientos, falsas vías, neumotórax o roturas del *stent*. La presencia de un desplazamiento como el de la imagen (*Figura 1*) es una situación de extrema gravedad, tanto por la imposibilidad de ventilar al paciente de forma satisfactoria debido al sellado inadecuado de la vía aérea, como por la producción de un cuadro de neumotórax importante con posible amenaza para la vida. Además, el abordaje de la

**Palabras clave:** *stent* traqueal, vía aérea difícil, mascarilla laríngea, intubación guiada por fibrobroncoscopio.

**Keywords:** *tracheal stent, difficult airway, laryngeal mask, fiberoptic guided tracheal intubation.*

\* Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica de Dolor.

† ORCID: 0000-0001-6875-013X

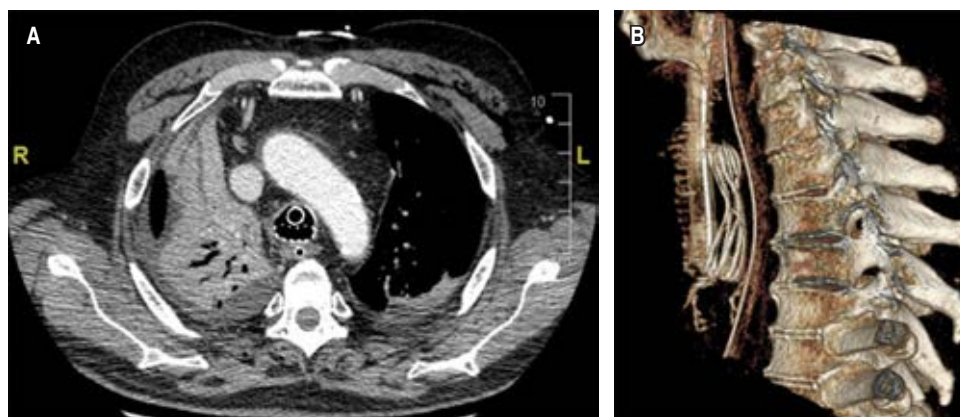
§ Servicio de Radiodiagnóstico.

Complejo Hospitalario  
Universitario de A Coruña. A  
Coruña, Galicia, España.

**Correspondencia:**

**Dr. Adrián García-Romar**

**E-mail:** [adrian.garcia.romar@sergas.es](mailto:adrian.garcia.romar@sergas.es)



**Figura 1:**

Stent deformado tras intubación. Corte de tomografía axial computarizada torácico (A) y reconstrucción 3D (B) donde se objetiva la presencia, en la luz traqueal, de un *stent* desplazado y deformado tras una intubación, con atelectasia del lóbulo superior derecho, neumotórax y enfisema subcutáneo.

vía aérea de estos pacientes puede verse aún más dificultado si nos encontramos ante una situación emergente o con mala visualización glótica, donde la manipulación excesiva o a ciegas puede favorecer las lesiones traqueales y la migración del dispositivo, presentando también un obstáculo añadido para la realización de traqueostomías de emergencia. Las guías de vía aérea difícil suelen omitir a este subgrupo de pacientes entre los diferentes perfiles a tener en cuenta de cara a una posible intubación difícil, focalizándose más en aspectos que afectan a la vía aérea superior, y hacen que esta condición de la historia clínica del paciente pueda pasar desapercibida para el anestesiólogo, dando lugar, posteriormente, a una complicación fatal cuando se lleve a cabo una anestesia general.

Por todo ello, creemos que es necesario un consenso en el manejo anestésico de los pacientes portadores de *stent* traqueal y su mención en la elaboración de guías de vía aérea difícil, dando relevancia a la presencia de este elemento como potencial obstáculo a la manipulación de la vía aérea,

tanto para intubación como para traqueostomía emergente de rescate. En nuestra experiencia, y de acuerdo con las series de casos existentes, en caso de precisar una anestesia general debemos distinguir entre procedimientos electivos y urgentes, evaluando además la facilidad de ventilación manual y el riesgo de aspiración de contenido gástrico. Las mascarillas laríngeas han demostrado su eficacia en estos pacientes ante situaciones electivas sin riesgo de broncoaspiración; mientras que, si es necesaria la intubación, será condición necesaria la visualización directa con fibrobroncoscopio flexible para un óptimo posicionamiento por encima o por el interior del *stent*, descartando al mismo tiempo la ausencia de complicaciones. Queremos destacar la idea de que la presencia de un *stent* traqueal debe ser una situación que ponga en alerta a todo anestesiólogo que se enfrente a una vía aérea, el cual deberá tomar las precauciones que estén en su mano para evitar complicaciones que pueden llegar a ser dramáticas.

## REFERENCIAS

1. Folch E, Keyes C. Airway stents. *Ann Cardiothorac Surg.* 2018;7:273-283.
2. Hung WT, Liao SM, Su JM. Laryngeal mask airway in patients with tracheal stents who are undergoing non-airway related interventions: report of three cases. *J Clin Anesth.* 2004;16:214-216.
3. Davis N, Madden BP, Sheth A, Crerar-Gilbert AJ. Airway management of patients with tracheobronchial stents. *Br J Anaesth.* 2006;96:132-135.
4. Raval C, Sivagnanam S. Endo tracheal intubation (Airway Management) in a patient with tracheal stent. *Sch J Appl Med Sci.* 2015;3:2353-2357.
5. Navas-Blanco JR, Uduman J, Diaz-Mendoza J. Emergent airway management in a patient with *in situ* tracheal stent: a lesson learned. *Saudi J Anaesth.* 2018;12:626-628.



## Instrucciones para los autores



La **Revista Mexicana de Anestesiología** es el órgano oficial de difusión del Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C. La revista publica investigaciones originales, casos clínicos, artículos de revisión, informes de casos clínicos, notas de historia, editoriales por invitación, cartas al editor y noticias. Para su aceptación, todos los artículos son analizados inicialmente al menos por dos revisores y finalmente ratificados por el Consejo Editorial.

La **Revista Mexicana de Anestesiología** acepta, en términos generales, las indicaciones establecidas por el *International Committee of Medical Journal Editors* (ICMJE). La versión actualizada de las *Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals*, se encuentra disponible en [www.icmje.org](http://www.icmje.org). Una traducción al español de esta versión de los «Requisitos de uniformidad para los manuscritos remitidos a las publicaciones biomédicas» se encuentra disponible en: [www.medigraphic.com/requisitos](http://www.medigraphic.com/requisitos).

El envío del manuscrito implica que éste es un trabajo que no ha sido publicado (excepto en forma de resumen) y que no será enviado a ninguna otra revista. Los artículos aceptados serán propiedad de la **Revista Mexicana de Anestesiología** y no podrán ser publicados (ni completos, ni parcialmente) en ninguna otra parte sin consentimiento escrito del editor.

El autor principal debe guardar una copia completa del manuscrito original.

Los artículos deberán enviarse al editor de la **Revista Mexicana de Anestesiología**, a la dirección: [cmx@revistacomexane.com](mailto:cmx@revistacomexane.com)

1. **Artículo original:** Puede ser investigación básica o clínica y tiene las siguientes características:

- Título:** Representativo de los hallazgos del estudio. Agregar un título corto para las páginas internas. (Es importante identificar si es un estudio aleatorizado o control.)
- Resumen estructurado:** Debe incluir introducción, objetivo, material y métodos, resultados y conclusiones; en español y en inglés, con palabras clave y *key words*.
- Introducción:** Describe los estudios que permiten entender el objetivo del trabajo, mismo que se menciona al final de la introducción (no se escriben aparte los objetivos, la hipótesis ni los planteamientos).
- Material y métodos:** Parte importante que debe explicar con todo detalle cómo se desarrolló la investigación y, en especial, que sea reproducible. (Mencionar tipo de estudio, observacional o experimental.)

- Resultados:** En esta sección, de acuerdo con el diseño del estudio, deben presentarse todos los resultados; no se comentan. Si hay cuadros de resultados o figuras (gráficas o imágenes), deben presentarse aparte, en las últimas páginas, con pie de figura.
- Discusión:** Con base en bibliografía actualizada que apoye los resultados. Las conclusiones se mencionan al final de esta sección.
- Bibliografía:** Deberá seguir las especificaciones descritas más adelante.
- Número de páginas o cuartillas:** un máximo de 10. Figuras: 5-7 máximo.

2. **Artículo de caso clínico:** (1-2 casos) o serie de casos (más de 3 casos clínicos):

- Título:** Debe especificar si se trata de un caso clínico o una serie de casos clínicos.
- Resumen:** Con palabras clave y abstract con *key words*. Debe describir el caso brevemente y la importancia de su publicación.
- Introducción:** Se trata la enfermedad o causa atribuible.
- Presentación del (los) caso(s) clínico(s):** Descripción clínica, laboratorio y otros. Mencionar el tiempo en que se reunieron estos casos. Las figuras o cuadros van en hojas aparte.
- Discusión:** Se comentan las referencias bibliográficas más recientes o necesarias para entender la importancia o relevancia del caso clínico.
- Número de cuartillas:** máximo 10. Figuras: 5-8.

3. **Artículo de revisión:**

- Título:** Que especifique claramente el tema a tratar.
- Resumen:** En español y en inglés, con palabras clave y *key words*.
- Introducción y, si se consideran necesarios, subtítulos:** Puede iniciarse con el tema a tratar sin divisiones.
- Bibliografía:** Reciente y necesaria para el texto.
- Número de cuartillas:** de 10 a 13 máximo. Figuras: 5-8 máximo.

4. **Carta al editor:** Esta sección es para documentos de interés social, bioética, normativos, complementarios a uno de los artículos de investigación. No tiene un formato especial.

5. **Artículo de historia:** Al igual que en «carta al editor», el autor tiene la libertad de desarrollar un tema sobre la historia de la medicina. Se aceptan cinco imágenes como máximo.

### Los requisitos se muestran en la lista de verificación

El formato se encuentra disponible en <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-instr.pdf>

Los autores deberán descargarlo y marcar cada uno de los apartados conforme se cubran los requisitos de la publicación.

La lista de verificación en formato PDF deberá enviarse junto con el manuscrito, al igual que la forma de transferencia de derechos de autor.

Los manuscritos preparados inadecuadamente o que no estén acompañados de la lista de verificación, serán rechazados sin ser sometidos a revisión.





## ASPECTOS GENERALES

- ☐ Los artículos deben enviarse en formato electrónico. Los autores deben contar con una copia para su referencia.
- ☐ El manuscrito debe escribirse con tipo arial tamaño 12 puntos, a doble espacio, en formato tamaño carta, con márgenes de 2.5 cm en cada lado. La cuartilla estándar consiste en 30 renglones, de 60 caracteres cada renglón (1,800 caracteres por cuartilla). Las palabras en otro idioma deberán presentarse en letra itálica (cursiva).
- ☐ El texto debe presentarse como sigue: 1) página del título, 2) resumen y palabras clave [en español e inglés], 3) introducción, 4) material y métodos, 5) resultados, 6) discusión, 7) agradecimientos, 8) referencias, 9) apéndices, 10) texto de las tablas y 11) pies de figura. Cada sección se iniciará en hoja diferente. El formato puede ser modificado en artículos de revisión y casos clínicos, si se considera necesario.
- ☐ Numeración consecutiva de cada una de las páginas, comenzar por la página del título.

## TEXTO

### Página de título

- ☐ Incluye:
  - 1) Título en español e inglés, de un máximo de 15 palabras y título corto de no más de 40 caracteres
  - 2) Nombre(s) de los autores en el orden en que se publicarán, si se anotan los apellidos paterno y materno pueden aparecer enlazados con un guión corto
  - 3) Créditos de cada uno de los autores
  - 4) Institución o instituciones donde se realizó el trabajo
  - 5) Dirección para correspondencia: domicilio completo, teléfono, fax y dirección electrónica del autor responsable

### Resumen

- ☐ En español e inglés, con extensión máxima de 200 palabras.
- ☐ Estructurado conforme al orden de información en el texto:
  - 1) Introducción
  - 2) Objetivos
  - 3) Material y métodos
  - 4) Resultados
  - 5) Conclusiones
- ☐ Evite el uso de abreviaturas, pero si fuera indispensable su empleo, deberá especificarse lo que significan la primera vez que se citen. Los símbolos y abreviaturas de unidades de medidas de uso internacional no requieren especificación de su significado.
- ☐ Palabras clave en español e inglés, sin abreviaturas; mínimo tres y máximo seis.

### Texto

- ☐ Manuscrito que no exceda de 10 páginas, dividido en subtítulos que faciliten la lectura.
- ☐ Deben omitirse los nombres, iniciales o números de expedientes de los pacientes estudiados.
- ☐ Se aceptan las abreviaturas, pero deben estar precedidas de lo que significan la primera vez que se citen y las de unidades de medidas de uso internacional a las que está sujeto el gobierno mexicano.
- ☐ Los fármacos, drogas y sustancias químicas deben denominarse por su nombre genérico, la posología y vías de administración se indicarán conforme a la nomenclatura internacional.

- ☐ Al final de la sección de Material y Métodos se deben describir los métodos estadísticos utilizados.

## Reconocimientos

- ☐ Los agradecimientos y detalles sobre apoyos, fármaco(s) y equipo(s) proporcionado(s) deben citarse antes de las referencias. Enviar permiso por escrito de las personas que serán citadas por su nombre.

## Referencias

- ☐ Se identifican en el texto con números arábigos y en orden progresivo de acuerdo a la secuencia en que aparecen en el texto.
- ☐ Las referencias que se citan solamente en los cuadros o pies de figura deberán ser numeradas de acuerdo con la secuencia en que aparezca, por primera vez, la identificación del cuadro o figura en el texto.
- ☐ Las comunicaciones personales y datos no publicados serán citados sin numerar a pie de página.
- ☐ El título de las revistas periódicas debe ser abreviado de acuerdo al *Catálogo de la National Library of Medicine (NLM)*: disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals> (accesado 15/Mar/12). Se debe contar con información completa de cada referencia, que incluye: título del artículo, título de la revista abreviado, año, volumen y páginas inicial y final. Cuando se trate de más de seis autores, deben enlistarse los seis primeros y agregar la abreviatura *et al.*

Ejemplos, artículo de publicaciones periódicas, hasta con seis autores:

Vázquez LN, Ortiz J, Domínguez C, García F, Brea J, Falleiros ALH. Opinión de expertos sobre infecciones congénitas y perinatales. *Rev Enferm Infec Pediatr.* 2015; 28 (111):566-569.

Siete o más autores:

Cornely OA, Maertens J, Winston DJ et al. Posaconazole vs fluconazole or itraconazole prophylaxis in patients with neutropenia. *N Engl J Med.* 2007;356:348-59.

Libros, anotar edición cuando no sea la primera:

Cherry J, Demmler-Harrison GJ, Kaplan SL et al. Feigin and Cherry's *Textbook of pediatric infectious diseases*. 7th ed. New York: Saunders; 2014.

Capítulos de libros:

Hardesty R, Griffith B. Combined heart-lung transplantation. In: Myerowitz PD. *Heart transplantation*. 2nd ed. New York: Futura Publishing; 1987. p. 125-140.

Para más ejemplos de formatos de las referencias, los autores deben consultar <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256/> (accesado 11/May/17)

## Cuadros

- ☐ No tiene.
- ☐ Sí tiene.  
Número (con letra): \_\_\_\_\_
- ☐ La información que contengan no se repite en el texto o en las figuras. Como máximo se aceptan 50 por ciento más uno del total de hojas del texto.
- ☐ Estarán encabezados por el título y marcados en forma progresiva con números romanos de acuerdo con su aparición en el texto.

- ☐ El título de cada cuadro por sí solo explicará su contenido y permitirá correlacionarlo con el texto acotado.

### Figuras

- ☐ No tiene.  
☐ Sí tiene.  
 Número (con letra): \_\_\_\_\_
- ☐ Se considerarán como tales las fotografías, dibujos, gráficas y esquemas. Los dibujos deberán ser diseñados por profesionales. Como máximo se aceptan 50 por ciento más una del total de hojas del texto.
- ☐ La información que contienen no se repite en el texto o en las tablas.
- ☐ Se identifican en forma progresiva con números arábigos de acuerdo con el orden de aparición en el texto, recordar que la numeración progresiva incluye las fotografías, dibujos, gráficas y esquemas. Los títulos y explicaciones se presentan por separado.

### Fotografías

- ☐ No tiene.  
☐ Sí tiene.  
 Número (con letra): \_\_\_\_\_  
 En color: \_\_\_\_\_
- ☐ Serán de excelente calidad, blanco y negro o en color. Las imágenes deberán estar en formato JPG (JPEG), sin compresión y en resolución mayor o igual a 300 ppp. Las dimensiones deben ser al menos las de tamaño postal (12.5 x 8.5 cm), (5.0 x 3.35 pulgadas). Deberán evitarse los contrastes excesivos.

- ☐ Las fotografías en las que aparecen pacientes identificables deberán acompañarse de permiso escrito para publicación otorgado por el paciente. De no ser posible contar con este permiso, una parte del rostro de los pacientes deberá ser tapado sobre la fotografía.
- ☐ Cada una estará numerada de acuerdo con el número que se le asignó en el texto del artículo.

### Pies de figura

- ☐ No tiene.  
☐ Sí tiene.  
 Número (con letra): \_\_\_\_\_
- ☐ Están señalados con los números arábigos que, conforme a la secuencia global, les correspondan.

### Aspectos éticos

- ☐ Los procedimientos en humanos deben ajustarse a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) y con lo establecido en La ley General de Salud (Título Quinto) de México, así como con las normas del Comité Científico y de Ética de la institución donde se efectúen.
- ☐ Los experimentos en animales se ajustarán a las normas del *National Research Council* y a las de la institución donde se realicen.
- ☐ Cualquier otra situación que se considere de interés debe notificarse por escrito a los editores.
- ☐ Anotar en la Transferencia de Derechos de Autor que no hay conflicto de intereses.

## Transferencia de Derechos de Autor

Título del artículo:

Autor principal:

Coautores:

Los autores certifican que el artículo arriba mencionado constituye un trabajo original y que no ha sido previamente publicado ni parcial ni totalmente. Asimismo, manifiestan que, en caso de ser aceptado para publicación en la **Revista Mexicana de Anestesiología**, los derechos de autor serán transferidos al Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C.

Conflicto de intereses:

Nombre y firma del autor principal y de todos los coautores:

Lugar y fecha:

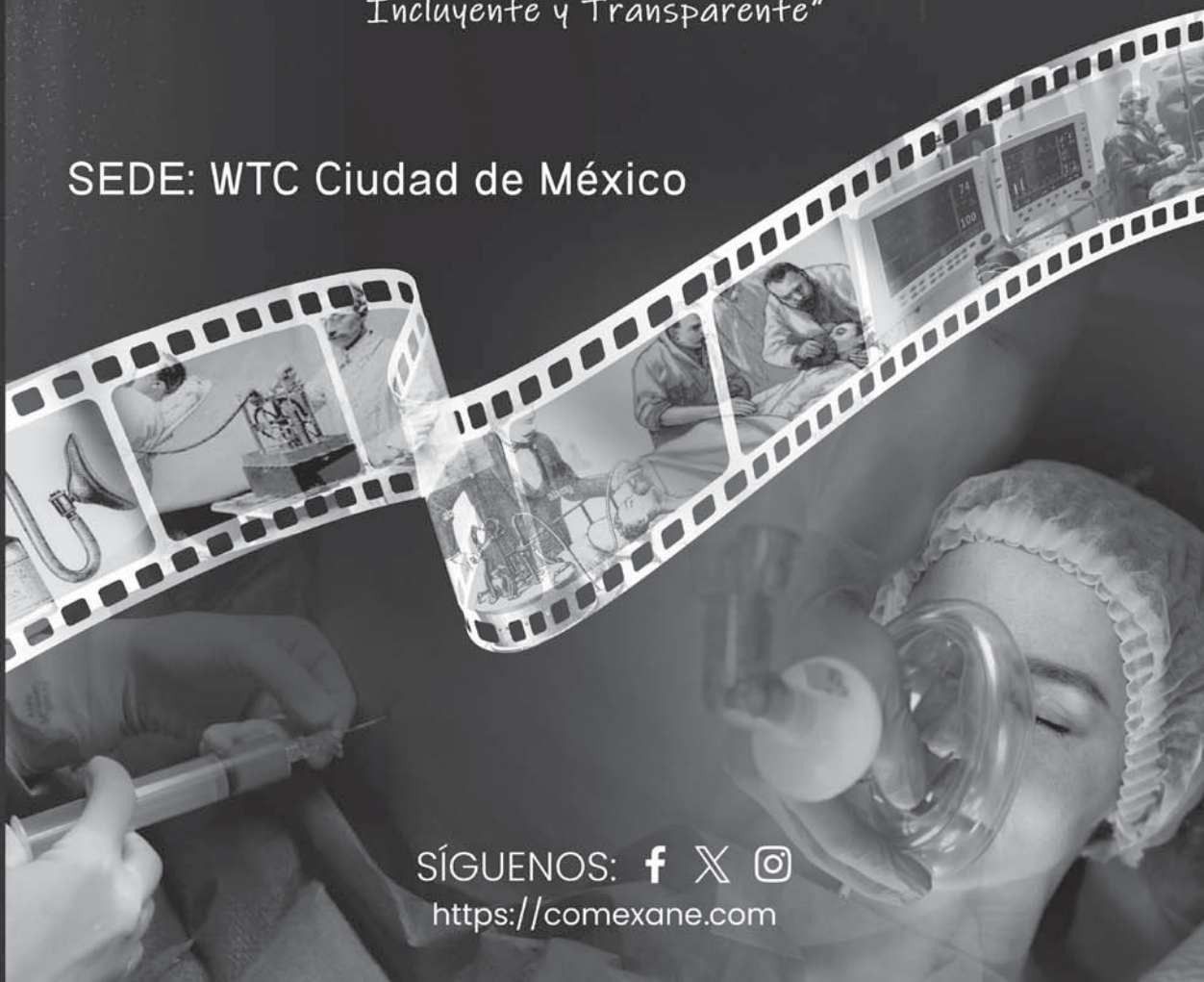





# L CURSO ANUAL DE ACTUALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA Y MEDICINA PERIOPERATORIA

01 AL 06 DE JULIO 2024

*"Somos una Academia Influyente,  
Incluyente y Transparente"*

SEDE: WTC Ciudad de México



SÍGUENOS:     
<https://comexane.com>

## **Bibliotecas e Índices en los que ha sido registrada e indizada**

### **Medigraphic, Literatura biomédica**

[www.medigraphic.org.mx](http://www.medigraphic.org.mx)

### **Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología del CONACYT**

<http://conacyt.gob.mx/index.php/comunicacion/sistema-de-clasificacion-de-revistas-mexicanas-de-ciencia-y-tecnologia>

### **Biblioteca de la Universidad de Regensburg, Alemania**

<http://www.bibliothek.uni-regensburg.de/ezeit/fl.phtml?notation=WW-YZ&bibid=ZBMED&colors=3&frames=&toc=&sbg=>

### **Biblioteca de la Universidad Federal de São Paulo, Brasil**

<http://www.unifesp.br/dis/bibliotecas/revistas.htm>

### **LATINDEX. Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal**

<http://www.latindex.org/>

### **Biblioteca Virtual en Salud (BVS, Brasil)**

<http://portal.revistas.bvs.br>

### **Biblioteca del Instituto de Biotecnología UNAM**

<http://www.biblioteca.ibt.unam.mx/revistas.php>

### **Asociación Italiana de Bibliotecas (AIB)**

<http://www.aib.it/aib/commiss/cnur/peb/peba.htm>

### **Fundación Ginebrina para la Formación y la Investigación Médica, Suiza**

[http://www.gfmer.ch/Medical\\_journals/Revistas\\_medicas\\_acceso\\_libre.htm](http://www.gfmer.ch/Medical_journals/Revistas_medicas_acceso_libre.htm)

### **PERIODICA (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias) UNAM**

<http://biblat.unam.mx>

### **Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin WZB**

<http://www.wzb.eu/de/bibliothek/bestand-recherche/elektron-zeitschriften>

### **Google Académico**

<http://scholar.google.com.mx/>

### **Biblioteca digital de la Universidad de Chile, República de Chile**

<http://www.al-dia.cl>

### **Virtuelle Bibliothek Universität des Saarlandes, German**

<http://www.sulb.uni-saarland.de/de/suchen/zeitschriften/fachspezifische-suche-in-ezb/?libconnect%5Bsubject%5D=23>

### **University of South Australia. Library Catalogue**

<http://newcatalogue.library.unisa.edu.au/vufind/>

### **Biblioteca electrónica de la Universidad de Heidelberg, Alemania**

<http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit/search.phtml?bibid=UBHE&colors=3&lang=de>

### **Biblioteca de la Universidad de Bielefeld, Alemania**

[https://www.digibib.net/jumpto?D\\_SERVICE=TEMPLATE&D\\_SUBSERVICE=EZB\\_BROWSE&DPCOLORS=7&DP\\_BIBID=UBBIE&DP\\_PAGE=search&LOCATION=361](https://www.digibib.net/jumpto?D_SERVICE=TEMPLATE&D_SUBSERVICE=EZB_BROWSE&DPCOLORS=7&DP_BIBID=UBBIE&DP_PAGE=search&LOCATION=361)

### **Mercyhurst University. Hammermill Library. Erie, Pennsylvania**

<http://services.trueserials.com/CJDB/MERCYHURST/browse>

### **Memorial University of Newfoundland, Canada**

[http://www.library.mun.ca/copyright/index\\_new.php?showAll=1&page=1](http://www.library.mun.ca/copyright/index_new.php?showAll=1&page=1)

### **University of Washington Libraries**

<http://www.lib.washington.edu/types/ejournals/>



# Clínicas Mexicanas de Anestesiología

## Clínicas Mexicanas de Anestesiología

Dr. Raúl Carrillo Esper  
Editor

Dr. Uriá M. Guevara López  
Editor invitado

Volumen 40

Cuidados paliativos



- Volumen 1 Anestesia en ginecología y obstetricia
- Volumen 2 Anestesiología en cirugía ambulatoria
- Volumen 3 Neuroanestesiología
- Volumen 4 Anestesia pediátrica
- Volumen 5 Anestesiología para cirugía plástica y reconstructiva
- Volumen 6 Clínicas de anestesiología en el paciente oncológico
- Volumen 7 Clínica de anestesia cardiovascular
- Volumen 8 Eventos adversos de la anestesia neuroaxial
- Volumen 9 Líquidos y electrolitos
- Volumen 10 Trasplantes de órganos
- Volumen 11 Relajantes musculares
- Volumen 12 Procedimientos anestésicos fuera de quirófano
- Volumen 13 Dolor agudo postoperatorio
- Volumen 14 Actualidades en dolor
- Volumen 15 Tópicos selectos de medicina interna para el anestesiólogo
- Volumen 16 Bloqueadores neuromusculares
- Volumen 17 Calidad, seguridad y ética en la práctica de la anestesiología
- Volumen 18 Alteraciones congénitas en el paciente pediátrico
- Volumen 19 Actualidades anestésicas en ginecología y obstetricia
- Volumen 20 Neuroprotección
- Volumen 21 Farmacovigilancia en anestesiología
- Volumen 22 Anestesia total intravenosa
- Volumen 23 Tópicos de medicina interna para el anestesiólogo
- Volumen 24 Actualidades en soluciones y equilibrio ácido-base e hidroelectrolítico
- Volumen 25 Psicología perioperatoria
- Volumen 26 Anestesia en el paciente cardíaco para cirugía no cardíaca
- Volumen 27 Anestesia en el paciente oncológico
- Volumen 28 Medicina transfusional en el perioperatorio
- Volumen 29 Ventilación mecánica en el perioperatorio
- Volumen 30 Tópicos selectos de anestesia para cirugía ortopédica
- Volumen 31 Anestesia en trauma
- Volumen 32 Neuroanestesia práctica
- Volumen 33 Anestesia en cirugía urológica
- Volumen 34 Anestesia fuera del quirófano y actualidades en cardiología
- Volumen 35 Trauma y estado de choque
- Volumen 36 Actualidades en dolor postoperatorio
- Volumen 37 Consideraciones anestésicas en el paciente con cáncer
- Volumen 38 Manejo hemático del paciente y monitoreo de la coagulación
- Volumen 39 Anestesia para cirugía laparoscópica y de mínima invasión
- Volumen 40 Cuidados paliativos
- Volumen 41 Estado del arte en dolor crónico

Estas publicaciones son cuatrimestrales

**Colegio Mexicano de Anestesiología, A.C.**

Providencia 835, Col. Del Valle, CP 03100,  
Alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México.  
Tel. 55-55-36-25-89  
www.comexane.com  
cmx@revistacomexane.com

**Editorial Alfil, S.A. de C.V.**

Insurgentes Centro 51-204, Col. San Rafael  
06470 México, D.F.  
Tels./Fax: (55) 55-66-96-76, 57-05-48-45, 55-46-93-57  
afil@editorialafil.com  
www.editorialafil.com





